ภาคผนวก ก.
ตารางผลการทดสอบประเภทที่ 1 ที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูง

1) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.54	85.23	85.23	86.00	85.96	85.54	85.54	85.85	85.69	85.54	85.23	85.69	86.15	86.00	88.15
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61	89.61	89.61	88.96	89.61	88.96	89.61	88.96	89.61	89.61	89.61	89.61	88.96	88.96	88.96
จำนวนรอบ	33	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.123637	0.120021	0.120023	0.115663	0.118455	0.115656	0.118723	0.117816	0.118455	0.118865	0.120588	0.121187	0.115825	0.115663	0.115656

ตารางที่ ผก 1 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.33	85.83	85.69	85.49	86.77	85.82
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61	89.18	89.39	89.61	88.96	89.35
ค่า MSE	0.121227	0.116591333	0.118331333	0.120213333	0.115714667	0.118415533

ตารางที่ ผก 2 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

2) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.23%	85.23%	85.23%	86.31%	85.54%	85.38%	86.00%	85.54%	85.85%	85.85%	86.31%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	90.26%	90.26%	88.96%	88.96%	89.61%	88.91%	89.61%	88.96%	89.61%	88.96%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	78	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.11848	0.11848	0.11848	0.11736	0.11997	0.11695	0.11695	0.108261	0.11295	0.117471	0.11935	0.115409	0.110795	0.11271	0.108261

ตารางที่ ผก 3 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.33%	85.69%	85.64%	86.00%	85.58%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.83%	89.39%	89.38%	89.18%	89.48%
ค่า MSE	0.11848	0.118093333	0.112720333	0.11741	0.110588667	0.115458467

ตารางที่ ผก 4 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

3) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.54%	85.85%	85.23%	85.23%	86.00%	85.23%	85.54%	85.54%	85.23%	86.15%	86.15%	86.31%	85.38%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	88.31%	89.61%	89.61%	88.31%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	88.31%	88.31%	88.31%	89.61%
จำนวนรอบ	1000	1000	25	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.120018	0.119758	0.123637	0.118199	0.120036	0.119278	0.116773	0.119758	0.123637	0.118435	0.120033	0.116573	0.116618	0.115703	0.116875

ตารางที่ ผก 5 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.33%	85.44%	85.59%	85.64%	85.95%	85.59%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.18%	89.18%	89.18%	88.74%	89.18%
ค่า MSE	0.12113767	0.119171	0.120056	0.118347	0.116398667	0.119022067

ตารางที่ ผก 6 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

4) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 21 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23	85.23	85.23	85.69	85.23	86.00	86.31	85.69	86.00	85.23	85.23	85.85	86.15	85.69	85.85
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61	89.61	89.61	89.61	89.61	88.96	88.96	88.96	89.61	88.96	89.61	88.96	88.96	89.61	88.96
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	133	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.118517	0.118517	0.11997	0.116723	0.118517	0.115492	0.114603	0.114514	0.113749	0.117755	0.117953	0.11352	0.113857	0.114947	0.112532

ตารางที่ ผก 7 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 21 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.64%	86.00%	85.44%	85.90%	85.64%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.39%	89.18%	89.18%	89.18%	89.31%
ค่า MSE	0.11900133	0.116910667	0.114288667	0.116409333	0.113778667	0.116077733

ตารางที่ ผก 8 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 21 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

5) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23	85.38	85.23	85.54	85.23	85.69	85.54	86.00	86.15	86.15	85.85	85.69	86.77	85.54	85.69
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61	89.61	89.61	89.61	90.26	90.26	89.61	90.26	90.26	88.31	88.96	89.61	89.61	89.61	90.26
จำนวนรอบ	1000	38	1000	1000	1000	1000	836	1000	931	1000	1000	502	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.118478	0.119744	0.118478	0.116868	0.116751	0.114968	0.116838	0.106724	0.111716	0.112757	0.1137	0.110148	0.10811	0.115166	0.112911

ตารางที่ ผก 9 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.28%	85.49%	85.90%	85.90%	86.00%	85.71%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	90.04%	90.04%	88.96%	89.83%	89.70%
ค่า MSE	0.1189	0.116195667	0.111759333	0.112201667	0.112062333	0.1142238

ตารางที่ ผก 10 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

6) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**			**2 โหนด**			**3 โหนด**			**4 โหนด**			**5 โหนด**		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.54%	85.23%	85.54%	85.85%	85.23%	85.23%	86.15%	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.23%	86.31%	85.38%	85.54%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	88.31%	89.61%	89.61%	88.96%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	88.31%	89.61%	89.61%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.123604	0.119751	0.123604	0.117514	0.120346	0.125503	0.118514	0.119926	0.119434	0.121295	0.11944	0.123791	0.114443	0.117982	0.119686

ตารางที่ ผก 11 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**	**2 โหนด**	**3 โหนด**	**4 โหนด**	**5 โหนด**	**ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้**
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.44%	85.44%	85.54%	85.33%	85.74%	85.50%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.18%	89.39%	89.61%	89.18%	89.39%
ค่า MSE	0.12231967	0.121121	0.119291333	0.121508667	0.117370333	0.1203222

ตารางที่ ผก 12 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

7) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.38%	85.38%	85.38%	85.38%	85.23%	85.38%	86.46%	85.85%	85.69%	86.00%	85.96%	86.77%	86.31%	86.62%	85.54%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	88.96%	89.61%	90.26%	88.96%	88.96%	88.31%	87.01%	89.61%	89.61%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.11847	0.11847	0.11847	0.117366	0.11838	0.117372	0.11244	0.116090	0.115475	0.11244	0.11244	0.116489	0.106433	0.107438	0.116489

ตารางที่ ผก 13 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.38%	85.33%	86%	86.24%	86.16%	85.82%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	88.74%	88.74%	89.26%
ค่า MSE	0.11847	0.117706	0.114668333	0.113789667	0.11012	0.114951

ตารางที่ ผก 14 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

8) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.38%	85.54%	85.69%	85.23%	85.69%	85.46%	85.69%	85.85%	88.46%	85.38%	86.46%	86.00%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	89.61%	88.96%	89.61%	88.96%	88.31%	89.61%	88.96%	89.61%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.118541	0.118541	0.118541	0.117839	0.144831	0.116719	0.118129	0.11508	0.11099	0.11508	0.144831	0.11099	0.116703	0.10832	0.115453

ตารางที่ ผก 15 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.54%	85.46%	86.67%	85.95%	85.77%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.39%	88.96%	89.39%	89.39%
ค่า MSE	0.118541	0.126463	0.114733	0.123634	0.113492	0.119373

ตารางที่ ผก 16 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

9) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 ในการทดสอบที่ 1 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 1)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**			**2 โหนด**			**3 โหนด**			**4 โหนด**			**5 โหนด**		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.54%	86.00%	85.08%	86.00%	85.23%	85.38%	85.54%	85.23%	85.23%	86.46%	87.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.61%	88.96%	89.61%	90.25%	89.61%	89.61%	90.26%	88.96%	88.96%	90.26%	89.61%	90.26%	89.61%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.118468	0.118468	0.120315	0.117349	0.117349	0.113748	0.116395	0.112127	0.114008	0.115625	0.115619	0.1170	0.115758	0.113386	0.104484

ตารางที่ ผก 17 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.69%	85.44%	85.38%	86.31%	85.61%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	89.61%	89.61%	89.83%	89.39%	89.83%	89.65%
ค่า MSE	0.11908367	0.116148667	0.114176667	0.116081333	0.111209333	0.115339933

ตารางที่ ผก 18 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 1 ของการทดสอบประเภทที่ 1

10) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 6 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.54%	85.23%	85.54%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	86.00%	85.38%	86.00%	85.54%	85.69%	85.54%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	77.27%	78.18%	77.27%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	70.91%	77.27%	70.91%	77.27%	73.64%	77.27%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	160	1000	1000	1000	1000	1000	145	1000	217	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.12002	0.123637	0.120021	0.122782	0.120001	0.120001	0.119909	0.119957	0.120586	0.117238	0.119225	0.116368	0.118964	0.116881	0.118979

ตารางที่ ผก 19 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 6 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.33%	85.33%	85.23%	85.79%	85.59%	85.46%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	77.88%	77.88%	78.18%	73.03%	76.06%	76.60%
ค่า MSE	0.121226	0.120928	0.120150667	0.117610333	0.118274667	0.119637933

ตารางที่ ผก 20 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 6 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

11) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.54%	85.23%	86.00%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.85%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	77.27%	77.27%	78.18%	72.73%	78.18%	73.64%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	68.18%	78.18%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	124	1000	593	1000	1000	1000	111	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.120018	0.120259	0.120018	0.121017	0.121239	0.119488	0.116839	0.126313	0.12283	0.119009	0.1224	0.122281	0.118691	0.11473	0.122286

ตารางที่ ผก 21 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.44%	85.49%	85.23%	85.44%	85.36%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	77.57%	74.85%	78.18%	74.85%	76.73%
ค่า MSE	0.12009833	0.120581333	0.121994	0.12123	0.118569	0.120494533

ตารางที่ ผก 22 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

12) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.54%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.54%	85.23%	85.54%	85.54%	86.00%	85.23%	85.62%	85.38%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	76.36%	75.45%	75.45%	73.64%	76.36%	71.82%	78.18%	73.64%	76.36%	78.18%
จำนวนรอบ	22	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	655	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.123637	0.120035	0.11997	0.117459	0.11848	0.119221	0.116355	0.116719	0.115165	0.116493	0.109889	0.117615	0.109715	0.117199	0.11368

ตารางที่ ผก 23 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.33%	85.33%	85.44%	85.59%	85.41%	85.42%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	77.57%	77.57%	74.85%	75.45%	76.06%	76.30%
ค่า MSE	0.121214	0.118386667	0.116079667	0.114665667	0.113531333	0.116775467

ตารางที่ ผก 24 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

13) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.38%	85.54%	85.38%	85.23%	85.54%	85.38%	85.54%	86.15%	85.23%	85.23%	85.69%	86.00%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	74.55%	78.18%	76.36%	78.18%	78.18%	76.36%	74.55%	70.00%	78.18%	78.18%	74.55%	75.45%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.12036	0.12018	0.12002	0.116826	0.122264	0.116586	0.119941	0.120976	0.116751	0.119001	0.114038	0.117092	0.11924	0.116652	0.115273

ตารางที่ ผก 25 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.43%	85.38%	85.64%	85.64%	85.47%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	76.36%	77.57%	74.24%	76.06%	76.48%
ค่า MSE	0.12018667	0.118558667	0.119222667	0.116710333	0.117055	0.118346667

ตารางที่ ผก 26 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

14) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.54%	86.15%	85.23%	85.54%	85.23%	85.38%	85.23%	85.23%	85.23%	85.38%	85.23%	85.23%	85.23%	85.54%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	76.36%	76.00%	78.18%	76.36%	78.18%	76.36%	74.55%	78.18%	76.36%	76.36%	76.36%	78.18%	75.45%	76.36%	78.18%
จำนวนรอบ	20	1000	1000	45	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.123637	0.111195	0.115723	0.117394	0.118214	0.116405	0.121795	0.116814	0.118914	0.114095	0.117836	0.116951	0.118836	0.115795	0.116214

ตารางที่ ผก 27 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.64%	85.38%	85.23%	85.28%	85.33%	85.37%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	76.85%	76.97%	76.36%	76.97%	76.66%	76.76%
ค่า MSE	0.11685167	0.117337667	0.119174333	0.116294	0.116948333	0.1173212

ตารางที่ ผก 28 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

15) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.69%	85.23%	85.23%	85.54%	85.54%	85.23%	85.54%	85.54%	85.54%	86.15%	85.38%	85.23%	85.54%	85.85%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	76.36%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	70.00%	70.91%	78.18%	70.00%	72.73%	78.18%
จำนวนรอบ	28	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.122511	0.119755	0.119758	0.144615	0.118918	0.119285	0.144615	0.144615	0.144615	0.116498	0.119289	0.120065	0.119018	0.117481	0.117426

ตารางที่ ผก 29 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.38%	85.44%	85.54%	85.59%	85.54%	85.50%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	77.57%	78.18%	78.18%	73.03%	73.64%	76.12%
ค่า MSE	0.12067467	0.127606	0.144615	0.118617333	0.117975	0.1258976

ตารางที่ ผก 30 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

16) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 23 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**			**2 โหนด**			**3 โหนด**			**4 โหนด**			**5 โหนด**		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	74.55%	78.18%	78.18%	79.09%	76.36%	77.27%	76.36%	75.45%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%
จำนวนรอบ	1000	27	41	1000	1000	124	1000	1000	1000	1000	1000	448	1000	170	541
ค่า MSE	0.124894	0.124897	0.124866	0.123591	0.124758	0.124217	0.124814	0.125291	0.124322	0.123676	0.123557	0.124256	0.124956	0.124247	0.124614

ตารางที่ ผก 31 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 23 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 2

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**	**2 โหนด**	**3 โหนด**	**4 โหนด**	**5 โหนด**	**ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้**
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	76.97%	77.57%	76.66%	78.18%	77.51%
ค่า MSE	0.12488567	0.124188667	0.124809	0.123829667	0.124605667	0.124463733

ตารางที่ ผก 32 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 23 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 2

17) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	61.82%	73.64%	78.18%	61.82%	79.09%	75.45%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	36	48	125	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	15	1000
ค่า MSE	0.121905	0.121905	0.121905	0.121934	0.121934	0.121934	0.121905	0.121905	0.121905	0.1120884	0.121051	0.12086	0.120818	0.147521	0.120816

ตารางที่ ผก 33 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	71.21%	72.12%	75.58%
ค่า MSE	0.121905	0.121934	0.121905	0.1179998	0.129718333	0.122692427

ตารางที่ ผก 34 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

18) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	85.69%	85.23%	85.69%	86.31%	86.00%	85.23%	85.23%	85.54%	85.54%	85.85%	85.85%	85.54%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	74.55%	78.18%	74.55%	76.36%	76.36%	78.18%	75.45%	78.18%	76.36%	77.27%	78.18%	78.18%
จำนวนรอบ	1000	207	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.118487	0.125719	0.118487	0.114968	0.147692	0.114968	0.1125518	0.112568	0.116395	0.116726	0.114363	0.114305	0.110255	0.115521	0.114363

ตารางที่ ผก 35 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.54%	85.85%	85.44%	85.75%	85.56%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	75.76%	76.97%	76.66%	77.88%	77.09%
ค่า MSE	0.12089767	0.125876	0.113838267	0.115131333	0.113379667	0.117824587

ตารางที่ ผก 36 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

19) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.23%	85.23%	86.15%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.23%	85.38%	85.23%	85.38%	85.23%	85.54%	85.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	78.18%	78.18%	68.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	78.18%	74.55%	77.27%	79.09%	73.64%	75.54%	78.18%
จำนวนรอบ	1000	691	1000	258	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.119757	0.123063	0.124126	0.117366	0.124977	0.129726	0.120963	0.115466	0.119379	0.119125	0.124345	0.118557	0.120516	0.118599	0.119655

ตารางที่ ผก 37 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.23%	85.54%	85.23%	85.33%	85.33%	85.33%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	78.18%	74.85%	78.18%	76.97%	75.79%	76.79%
ค่า MSE	0.12231533	0.124023	0.118602667	0.120675667	0.11959	0.121041333

ตารางที่ ผก 38 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

20) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 ในการทดสอบที่ 2 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 1 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 2)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.54%	85.85%	85.54%	85.23%	85.54%	85.23%	85.54%	85.23%	85.54%	85.69%	85.69%	85.69%	85.69%	85.69%	86.00%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	76.36%	76.36%	76.36%	78.18%	76.36%	78.18%	77.27%	78.18%	76.36%	75.45%	73.64%	74.45%	74.45%	78.18%	72.73%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	23	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.115948	0.114816	0.116815	0.117071	0.117349	0.117102	0.111185	0.14717	0.113434	0.115948	0.116815	0.117071	0.117349	0.117102	0.111185

ตารางที่ ผก 39 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	85.64%	85.33%	85.44%	85.69%	85.79%	85.58%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	76.36%	77.57%	77.27%	74.51%	75.12	76.17%
ค่า MSE	0.11585967	0.117174	0.123929667	0.116611333	0.115212	0.117757333

ตารางที่ ผก 40 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 2 ของการทดสอบประเภทที่ 1

21) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 1 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18	89.36	89.18	89.36	89.18	89.18	89.00	89.09	89.18	89.18	89.18	89.00	89.00	89.45	89.71
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	79.20	80.00	79.20	79.20	79.20	79.20	80.00	80.00	79.20	80.00
จำนวนรอบ	179	1000	173	1000	350	359	76	1000	3	146	146	76	76	1000	1000
ค่า MSE	0.093850	0.096515	0.093850	0.093881	0.093729	0.093729	0.093514	0.093537	0.108229	0.093574	0.093628	0.093514	0.093514	0.092947	0.091266

ตารางที่ ผก 41 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 1 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.24	89.24	89.09	89.12	89.39	89.22
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.2	79.2	79.47	79.47	79.73	79.41
ค่า MSE	0.09473833	0.093779667	0.098426667	0.093572	0.092575667	0.094618467

ตารางที่ ผก 42 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 1 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

21) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 8 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.45%	89.27%	89.18%	89.36%	89.27%	89.27%	89.27%	89.27%	89.18%	89.36%	89.18%	89.80%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	79.20	80.00%	80.00%	79.20%	80.00%	80.00%	79.20%	79.20%	80.00%	80.00%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.089675	0.089675	0.089675	0.089258	0.088952	0.089331	0.087184	0.089340	0.089934	0.088531	0.088807	0.088895	0.087184	0.088905	0.086648

ตารางที่ ผก 43 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 8 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.30%	89.30%	89.24%	89.45%	89.31%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	79.73%	79.73%	79.73%	79.73%	79.79%
ค่า MSE	0.089675	0.089180333	0.088819333	0.088744333	0.087579	0.0887996

ตารางที่ ผก 44 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 8 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

22) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**			**2 โหนด**			**3 โหนด**			**4 โหนด**			**5 โหนด**		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18	89.27	89.27	89.27	89.18	89.62	89.45	89.53	89.18	89.36	89.45	89.45	89.45	89.16	89.45
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20	80.00	80.00	80.00	79.02	80.00	80.00	79.20	79.20	75.20	76.00	79.20	79.20	76.00	79.20
จำนวนรอบ	1000	29	74	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.095552	0.092924	0.092924	0.092942	0.094552	0.092567	0.092117	0.091417	0.093171	0.090886	0.090146	0.09027	0.092515	0.090289	0.091679

ตารางที่ ผก 45 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**	**2 โหนด**	**3 โหนด**	**4 โหนด**	**5 โหนด**	**ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้**
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.24%	89.36%	89.39%	89.42%	89.35%	89.35%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.73%	79.67%	79.47%	76.80%	78.13%	78.76%
ค่า MSE	0.0938	0.093353667	0.092235	0.090434	0.091494333	0.0922634

ตารางที่ ผก 46 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

23) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.27%	89.27%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.62%	89.18%	89.27%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	78.40%	79.20%	79.20%	79.20%	78.40%	79.20%	80.00%
จำนวนรอบ	1000	76	82	1000	169	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.093462	0.093001	0.093001	0.092998	0.092646	0.092574	0.093001	0.092998	0.090121	0.092786	0.09218	0.10112	0.090101	0.093462	0.092101

ตารางที่ ผก 47 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.24%	89.18%	89.36%	89.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	78.93%	79.20%	79.20%	79.15%
ค่า MSE	0.09315467	0.092739333	0.09204	0.095362	0.091888	0.0930368

ตารางที่ ผก 48 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 16 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

24) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.36%	89.36%	89.36%	89.27%	89.18%	89.36%	89.18%	89.27%	89.27%	89.18%	89.27%	89.27%	89.36%	89.36%	89.27%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	79.20%	79.20%	80.00%	79.20%	80.00%	80.00%	79.20%	80.00%	80.00%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	199	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.088564	0.088564	0.088564	0.087996	0.088001	0.088543	0.0891	0.087629	0.087943	0.08773	0.087831	0.087756	0.088836	0.088145	0.087567

ตารางที่ ผก 49 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.36%	89.27%	89.24%	89.24%	89.33%	89.29%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	79.47%	79.73%	79.73%	79.79%
ค่า MSE	0.088564	0.08818	0.088224	0.087772333	0.088182667	0.0881846

ตารางที่ ผก 50 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 17 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

25) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.18%	89.36%	89.18%	89.18%	89.27%	89.18%	89.53%	89.09%	89.36%	89.45%	89.18%	89.18%	89.00%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	80.00%	80.00%	80.00%	76.80%	79.20%	80.00%	81.60%	76.00%	80.80%	80.00%	79.20%	80.00%
จำนวนรอบ	1000	701	701	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.096515	0.094528	0.094528	0.091796	0.09224	0.091649	0.089803	0.09103	0.091706	0.091159	0.090646	0.09028	0.09202	0.103018	0.09135

ตารางที่ ผก 51 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.24%	89.33%	89.30%	89.12%	89.23%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	80.00%	78.67%	79.47%	79.73%	79.41%
ค่า MSE	0.09519033	0.091895	0.090846333	0.090695	0.095462667	0.092817867

ตารางที่ ผก 52 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 18 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

26) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.36%	89.36%	89.36%	89.36%	89.18%	89.18%	89.27%	89.39%	89.27%	89.25%	89.28%	89.18%	89.20%	89.18%	89.18%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	76.80%	80.80%	82.80%	79.20%	80.80%	80.00%	80.00v	79.20%	80.80%
จำนวนรอบ	592	607	605	10000	10000	1000	1000	1000	645	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.089261	0.089621	0.089621	0.8798	0.08784	0.08870	0.088542	0.08794	0.088242	0.089326	0.08792	0.08846	0.087264	0.088246	0.087533

ตารางที่ ผก 53 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.36%	89.24%	89.31%	89.24%	89.19%	89.27%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.13%	80.00%	83.33%	80.69%
ค่า MSE	0.089501	0.352113333	0.088241333	0.088568667	0.087681	0.141221067

ตารางที่ ผก 54 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 19 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

27) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.00%	89.18%	89.07%	89.00%	89.27%	89.27%	89.27%	89.36%	89.27%	89.36%	89.45%	89.53%	89.27%	89.18%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	78.40%	79.20%	80.00%	80.00%	80.00%	75.20%	80.00%	79.20%	80.00%	75.20%	79.20%	80.00%
จำนวนรอบ	62	90	62	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.094547	0.093224	0.094003	0.092219	0.09322	0.090742	0.090742	0.090742	0.094003	0.091242	0.094203	0.092272	0.093224	0.095703	0.092242

ตารางที่ ผก 55 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.12%	89.11%	89.30%	89.36%	89.33%	89.24%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	78.40%	79.73%	78.13%	78.93%
ค่า MSE	0.09392467	0.092060333	0.091829	0.092572333	0.093723	0.092821867

ตารางที่ ผก 56 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 20 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

28) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 21 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.53%	89.53%	89.27%	89.60%	89.18%	89.36%	89.89%	89.62%	89.62%	90.16%	90.16%	79.71%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	76.80%	84.40%	79.20%	80.00%	79.20%	80.80%	76.20%	80.00%	80.80%	77.60%	78.40%	80.80%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.089517	0.089517	0.089517	0.088087	0.088140	0.089517	0.08723	0.089477	0.08807	0.085102	0.087881	0.08487	0.083086	0.08265	0.08732

ตารางที่ ผก 57 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 21 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	**1 โหนด**	**2 โหนด**	**3 โหนด**	**4 โหนด**	**5 โหนด**	**ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้**
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.44%	89.38%	89.71%	86.68%	88.90%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	80.13%	80.00%	79.00%	78.93%	79.45%
ค่า MSE	0.089517	0.088581333	0.088259	0.085951	0.084352	0.087332067

ตารางที่ ผก 58 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 9 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

29) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.18%	89.27%	89.45%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.27%	89.53%	89.27%	89.53%	89.45%	89.22%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	78.40%	79.20%	79.20%	79.20%	78.40%	78.40%	77.60%	79.20%	76.80%	77.60%	79.20%
จำนวนรอบ	39	16	30	440	1000	43	1000	67	930	1000	1000	352	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.08987	0.096137	0.08987	0.08867	0.08853	0.08987	0.08981	0.08889	0.089134	0.088002	0.086648	0.08868	0.08753	0.086648	0.08981

ตารางที่ ผก 59 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.30%	89.18%	89.36%	89.40%	89.28%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	78.93%	78.93%	78.40%	77.87%	78.67%
ค่า MSE	0.091959	0.089023333	0.089278	0.087776667	0.087996	0.0892066

ตารางที่ ผก 60 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 24 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

30) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.36%	89.27%	89.36%	89.36%	89.36%	89.36%	89.36%	89.18%	89.36%	89.18%	89.18%	89.18%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	79.20%	80.00%	79.20%	80.00%	79.20%
จำนวนรอบ	87	178	102	1000	1000	1000	1000	234	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.088194	0.088194	0.088194	0.08768	0.087215	0.08768	0.086787	0.0866573	0.087626	0.08568	0.08898	0.08768	0.08968	0.08768	0.08968

ตารางที่ ผก 61 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.33%	89.36%	89.30%	89.18%	89.29%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	79.73%	79.47%	79.84%
ค่า MSE	0.088194	0.087525	0.087023433	0.087446667	0.089013333	0.087840487

ตารางที่ ผก 62 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 25 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

31) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.18%	89.45%	89.18%	89.18%	89.36%	89.53%	89.18%	89.45%	89.18%	89.36%	89.45%	90.16%	89.36%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	80.00%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	77.60%	79.20%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.091814	0.092624	0.092334	0.091518	0.091651	0.091814	0.09067	0.094996	0.097451	0.09555	0.092917	0.091532	0.090867	0.08747	0.090856

ตารางที่ ผก 63 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.27%	89.36%	89.33%	89.66%	89.36%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.47%	79.20	78.67%	79.15%
ค่า MSE	0.09225733	0.091661	0.094372333	0.093333	0.089731	0.092270933

ตารางที่ ผก 64 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 26 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

32) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.27%	89.27%	89.27%	89.45%	89.62%	89.45%	89.62%	89.89%	89.62%	89.53%	89.71%	89.62%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.80%	80.80%	80.80%	76.80%	80.00%	80.00%	78.40%	80.80%
จำนวนรอบ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.088418	0.088418	0.088418	0.088418	0.088394	0.088418	0.087962	0.086689	0.086111	0.085411	0.083038	0.084524	0.08573	0.08448	0.08686

ตารางที่ ผก 65 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.51%	89.71%	89.62%	89.48%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.53%	79.20%	79.73%	79.89%
ค่า MSE	0.088418	0.08841	0.086920667	0.084324333	0.08569	0.0867526

ตารางที่ ผก 66 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 27 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

33) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.53%	89.18%	89.36%	89.27%	89.71%	89.62%	89.45%	89.45%	89.45%	89.62%	89.62%	89.45%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	80.00%	80.00%	79.20%	79.20%	80.00%	80.00%	80.80%	80.80%	80.00%	79.20%	80.80%	79.20%	80.80%	80.00%
จำนวนรอบ	1000	487	510	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.094731	0.089085	0.089085	0.086654	0.095375	0.088411	0.098561	0.086370	0.085910	0.087462	0.087476	0.087237	0.08637	0.085601	0.08753

ตารางที่ ผก 67 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.36%	89.53%	89.45%	89.56%	89.44%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.73%	79.47%	80.53%	80.00%	80.00%	79.95%
ค่า MSE	0.090967	0.090146667	0.090280333	0.087391667	0.086500333	0.0890572

ตารางที่ ผก 68 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 28 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

34) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 29 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.18%	89.53%	89.18%	89.36%	89.71%	89.27%	89.27%	89.71%	89.36%	89.71%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	79.20%	76.00%	79.20%	76.80%	79.20%	80.00%	80.00%	76.80%	75.20%	73.60%
จำนวนรอบ	45	195	53	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.089326	0.089326	0.089326	0.889561	0.090163	0.888884	0.086337	0.088625	0.088791	0.084755	0.087963	0.088311	0.083785	0.086043	0.084535

ตารางที่ ผก 69 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 29 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.18%	89.18%	89.36%	89.42%	89.59%	89.35%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	79.20%	79.20%	77.33%	79.73%	75.20%	78.13%
ค่า MSE	0.089326	0.622869333	0.087917667	0.087009667	0.084787667	0.194382067

ตารางที่ ผก 70 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 29 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

35) ผลการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 ในการทดสอบที่ 3 ของประเภทการทดสอบที่ 1 (ข้อมูลชุดฝึกสอนสอนที่ 2 ข้อมูลชุดทดสอบที่ 3)

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด			2 โหนด			3 โหนด			4 โหนด			5 โหนด		
ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.27%	89.27%	89.45%	89.27%	89.36%	89.98%	89.45%	89.36%	90.07%	89.60%	89.60%	89.80%	89.80%	90.07%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.00%	80.00%	80.80%	80.00%	80.00%	80.00%	80.80%	80.00%	81.60%	80.80%	80.80%	81.60%	81.60%	79.20%
จำนวนรอบ	51	78	85	1000	1000	1000	1000	109	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ค่า MSE	0.088015	0.088015	0.088015	0.085253	0.088015	0.08704	0.08379	0.087308	0.08714	0.082833	0.08608	0.082935	0.084202	0.084218	0.081163

ตารางที่ ผก 71 ผลการทดสอบที่ค่าความถูกต้องมีค่าสูงในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	1 โหนด	2 โหนด	3 โหนด	4 โหนด	5 โหนด	ค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขการทดสอบนี้
ค่าความถูกต้อง (ชุดสอน)	89.27%	89.36%	89.60%	89.76%	89.89%	89.58%
ค่าความถูกต้อง (ชุดทดสอบ)	80.00%	80.27%	80.27%	81.07%	80.80%	80.48%
ค่า MSE	0.088015	0.086769333	0.086079333	0.083949333	0.083194333	0.085601467

ตารางที่ ผก 72 ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยในการทดสอบเงื่อนไขที่ 30 การทดสอบที่ 3 ของการทดสอบประเภทที่ 1

ภาคผนวก ข.
เนื้อหาเอกสารทดสอบทั้ง 3 ชุด

1. เนื้อหาต้นฉบับเอกสารทดสอบที่ 1

Title: โครงการวิเคราะห์ภาษาไทยเพื่องานแปลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

หัวหน้าโครงการ
ผศ.ดร. เพียรศิริ วงศ์วิภานนท์
ผู้ร่วมวิจัย
อ.ดร. กิ่งกาญจน์ เทพกาญจนา

1. ความเป็นมา

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นโครงการย่อยในโครงการความร่วมมือกับรัฐบาลญี่ปุ่นระหว่าง NECTEC และ CICC เพื่อพัฒนางานแปลสหภาษา ซึ่งจะสามารถแปลได้ทั้งจากภาษาญี่ปุ่น อังกฤษ จีน เกาหลี มาเลย์ อินโดนีเซีย และไทย และแปลกลับไปสู่ภาษาเหล่านี้ โดยผ่านการแสดงความหมายในอันตรภาษา (Interlingua) กล่าวคือ ข้อความซึ่งในที่นี้ยังอยู่ในระดับประโยค จากภาษาต้นฉบับภาษาใดภาษาหนึ่ง จะได้รับการวิเคราะห์(analyse)เพื่อตีความหมายแล้วแสดงออกมาในรูปของโครงสร้างในอันตรภาษา ซึ่งอาจจะนำไปถ่ายทอดเป็นรูปภาษา (generate) ภาษาใดภาษาหนึ่งก็ได้ตามต้องการ (ดังรูป CHAI16)

ความรับผิดชอบของนักวิจัยไทยคือการพัฒนาระบบนี้ให้สามารถวิเคราะห์โครงสร้าง และความหมายของประโยคเมื่อภาษาไทยเป็นภาษาต้นฉบับ (Source Language) และเป็นภาษาปลายทาง (Target Language) ในการทำงานนี้มีคณะนักวิจัยร่วมทำงานทั้งสิ้น 5 คน

งานส่วนที่เป็นความรับผิดชอบของโครงการวิจัยนี้ คือ งานสร้างระบบวิเคราะห์ภาษาไทย ที่จะทำให้ระบบการแปลแบบที่ CICC ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถที่จะตีความโครงสร้าง ความหมาย และประโยคในภาษาไทย แล้วแสดงออกมาในรูปของโครงสร้างในอันตรภาษา (Interlingual Structure) หรือถ้าจะกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คืองานสร้าง parser หรือระบบจำแนกแยกแยะสำหรับภาษาไทย

เนื่องจากระบบนี้เป็นส่วนของงานซึ่งในปีงบประมาณ 2530 และ 2531 ยังไม่ได้รับความสนใจจากฝ่าย CICC ความสนใจเพิ่งจะมาเริ่มในการประชุมร่วมกันในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 ดังนั้นการพัฒนาระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทย (Thai parser) ซึ่งคณะผู้วิจัยชุดนี้รับผิดชอบอยู่นี้ ซึ่งได้เริ่มมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2531 จึงเป็นการทำงานที่ยังมิได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการแปลของ CICC เต็มที่ อย่างไรก็ดี คณะผู้วิจัยตระหนักดีในประโยชน์มหาศาลที่จะได้จากการพัฒนาระบบนี้ให้เกิดขึ้นและใช้งานได้สำหรับประเทศไทย จึงได้กำหนดเป้าประสงค์ในการทำงานวิจัยนี้ เป็นการสร้างระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทยเอนกประสงค์

2. ระบบวิเคราะห์ภาษาไทยอเนกประสงค์

คณะผู้วิจัยได้ตกลงกันวางรูปแบบของระบบออกเป็น 3 ส่วน มีลักษณะเป็นอิสระ แต่ต่อเนื่องกันเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กันได้ ประโยชน์ใช้สอยหรือการประยุกต์ใช้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ เมื่อระบบได้รับการพัฒนาสมบูรณ์แล้ว ก็มีอยู่ดังนี้คือ

1. ระบบจำแนกแยกแยะคำไทย (THAI WORD PARSER)

อาจจะนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานประมวลผลข้อความ (Text processing) ในส่วนที่เกี่ยวกับการตรวจสอบตัวสะกด (Spell check) และการตรวจสอบการใช้ภาษาในระดับคำ (Style check at the word level) นอกจากงานประมวลผลข้อความแล้ว ระบบจำแนกแยกแยะคำไทยนี้ ยังอาจจะนำไปเป็นฐานในการจัดทำระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction) การเขียนภาษาไทยและการจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการแปลจากภาษาต่างประเทศมาเป็นภาษาไทย

2. ระบบการจำแนกแยกแยะโครงสร้างประโยคไทย (THAI SYNTAX PARSER)

อาจจะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานประมวลผลข้อความได้เช่นกัน โดยนำไปใช้เพื่องานตรวจสอบความถูกต้องทางไวยากรณ์ (Syntax check) และงานตรวจสอบการใช้ภาษาในระดับโครงสร้างประโยค และเช่นเดียวกันกับระบบการจำแนกแยกแยะคำ ระบบนี้ก็อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับการทำระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เหมือนกัน

3. ระบบการตีความหมายประโยคไทย (THAI CONCEPTUAL PARSER)

ระบบนี้นอกจากจะใช้ในการพัฒนาระบบตรวจสอบการใช้ภาษา (Style check) เพื่องานประมวลผลข้อความแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเรียงความหรือการแปลระดับสูงได้

ประโยชน์ใช้สอยทั้ง 3 ประการนี้เป็นประโยชน์ใช้สอยที่อาจจะดูเหมือนว่าแยกเป็นอิสระ และอยู่นอกเหนือระบบการแปลของ CICC ในโครงการความร่วมมือไทย-ญี่ปุ่นได้ แต่จะเห็นได้ว่างานวิจัยเพื่อสร้างระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทยอเนกประสงค์นี้ สามารถที่จะดำเนินขนานไปกับการทำงานตามส่วนของความรับผิดชอบของคณะผู้วิจัยที่ได้รับมอบหมายมาในโครงการความร่วมมือกับ CICCได้อย่างดี ทั้งนี้เพราะรากฐานในการพัฒนาระบบจำแนกแยกแยะนี้และการสร้างระบบวิเคราะห์สำหรับภาษาไทย ในระบบการแปลของ CICC เป็นรากฐานเดียวกัน นั่นคือการสกัด (extraction) ความรู้ (knowledge) และกฎ (rules) ของภาษาไทยออกมา ให้เป็นข้อนิเทศที่แจ้งชัด (explicit information) ซึ่งอาจจะนำไปใช้ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเข้าใจภาษาเครื่อง (Machine understanding system) ระบบใดก็ได้

เมื่อทีมงาน CICC พร้อมที่จะทุ่มความสนใจให้งานการวิเคราะห์เมื่อใด ข้อความรู้และกฎทางภาษา (linguistic knowledge and rules) เหล่านี้ก็สามารถจะถ่ายโอนไปใช้ในระบบการแปลของ CICC ได้เมื่อนั้น ดังนั้นงานของทีมวิจัยชุดที่ทำอยู่จึงแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการสร้างระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทย และการพัฒนาส่วนการวิเคราะห์ให้แก่ระบบของ CICC สำหรับระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทยอเนกประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้นี้ จะมีขั้นตอนการทำงานเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้(ดังรูป CHAI19)

แนวทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ที่ใช้ในการออกแบบระบบ คือทฤษฎีพึ่งพิง (dependency grammar) ซึ่งจำแนกหน่วยภาษาที่รวมเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างระดับต่างๆ ในภาษาเป็น 4 ประเภท คือ หน่วยหลัก (Head) และหน่วยพึ่งพิง (Depender) หน่วยแสดงประเภทความสัมพันธ์ (Relators) และหน่วยขยายความ (Attributes) ซึ่งเป็นแนวทฤษฎีที่นิยมใช้กันมากในการพัฒนาระบบการแปลแบบอันตรภาษา ระบบการแปลของ CICC ก็ใช้แนวทฤษฎีนี้เช่นเดียวกัน ดังนั้นผลงานด้านความรู้และกฎภาษาไทยที่สกัดออกมาก็จะถ่ายโอนเข้าสู่ระบบของ CICC ได้ไม่ยากเกินไปนัก นับเป็นการอำนวยประโยชน์ให้กัน ทั้งระบบของไทยและระบบของ CICC

3. องค์ประกอบของงาน

การที่จะพัฒนาให้เกิดระบบการจำแนกแยกแยะภาษาไทยดังกล่าว มีองค์ประกอบของงานที่จำแนกได้เป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.1 งานวิเคราะห์ภาษาไทยงานนี้เป็นงานวิจัยพื้นฐานซึ่งอาจแยกได้ดังนี้คือ

3.1.1 การสำรวจงานวิเคราะห์ที่ทำแล้ว

3.1.2 การจัดสร้างคลังข้อมูลคำไทยและงานคลังข้อมูลประโยคไทย

3.1.3 การศึกษาลักษณะโดยรวมของภาษาไทย

3.1.4 การสกัดกฎคำไทย

3.1.5 การสกัดกฎวากยสัมพันธ์ไทย

3.1.6 การสกัดระบบอรรถสัมพันธ์ของคำไทย

3.2 งานด้านซอฟต์แวร์ งานด้านนี้อาจจะแยกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

3.2.1 การออกแบบระบบ

3.2.2 การจัดทำโปรแกรม

3.2.3 การลองใช้และแก้ไข

3.3 งานพัฒนาระบบสำหรับภาษาไทยเมื่อได้ผลงานในข้อ 3.1 และ 3.2 มาแล้ว ก็จะนำมาผนวกกันเข้าเป็นงานต่อไปนี้

3.3.1 การพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์สำหรับภาษาไทยเพื่องานจำแนกแยกแยะ

3.3.2 สร้างกฎใน PARSER ระดับ คำ วากยสัมพันธ์ และอรรถศาสตร์

งานในองค์ประกอบ 3.1 และ 3.2 จะต้องเสร็จสิ้นลงก่อน จึงจะเริ่มงานในองค์ประกอบที่ 3.3 ได้ และก่อนจะเริ่มงาน ใน 3.2 ได้ นั่นคือการออกแบบสำหรับระบบจำแนกแยกแยะนี้ ก็จำเป็นจะต้องได้ผลการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะโดยรวมของภาษาไทยใน 3.1.3 เสียก่อน ดังนั้นงานในปี 2531 - 32 จึงมุ่งไปที่ 3.1.1-3.1.3 และ 3.2.1

4. ผลงาน

ผลงานที่ได้ทำไปแล้วในปีแรกของโครงการนี้ มีดังต่อไปนี้คือ

ก. การสำรวจงานวิเคราะห์ภาษาไทยที่มีอยู่

ข. การจัดสร้างคลังข้อมูลคำไทย

ค. การจัดสร้างคลังข้อมูลประโยคไทย

ง. การศึกษาลักษณะโดยรวมของภาษาไทย

จ. การออกแบบระบบ

4.1 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวกับภาษาไทย

งานวิจัยเกี่ยวกับภาษาไทยที่ทำจากแง่มุมของภาษาศาสตร์นั้นมีจำนวนมากมาย สามารถแยกประเภทตามหมวดต่างๆ ดังนี้

งานวิจัยภาษาไทยแบบทั่วไป

1. หลักภาษาไทย โดย พระยาอุปกิตศลปสาร พ.ศ. 2461

2. หลักภาษาไทย โดย กำชัย ทองหล่อ พ.ศ. 2495

3. A Comparative Study of English and Thai Syntax โดย Chalao Chaiyaratana พ.ศ. 2504

4. Thai Reference Grammar โดย Richard Noss พ.ศ. 2507

5. A Contrastive Study of English and Thai โดย Pongsri Lekawatana, Janet Littell, Joe Palmer, Thomas Scovel, Sharon Spenser พ.ศ. 2511-2512

6. Thai Syntax : An Outline โดย Udom Warottamasikkhadit

7. ไวยากรณ์ไทย โดย นววรรณ พันธุเมธา พ.ศ. 2525

งานวิจัยประโยคชนิดต่างๆ ในภาษาไทย

1. Inter-Sentence Relations in Modern Conversational Thai โดย Vichintana Chantavibulyn พ.ศ. 2505

2. Passivization in Thai โดย Chinda Ngamsutdi พ.ศ. 2510

3. ประโยคคำสั่งประเภทต่างๆ ที่ใช้พูดในภาษาไทย โดย แสงสุรีย์ สินธุวณิก พ.ศ. 2510

4. A Tagmemic Approach to Certain Thai Clauses โดย Patamaka Patamapongse พ.ศ. 2514

5. A Transformational Study of Relative Clauses in Thai โดย Pasinee Sornhiran พ.ศ. 2521

6. The Surface Syntactic Structure of the simple Clause in Thai : A Stratificational Model with (Deep) Case Hypothesis โดย Boosakorn Vijchulata พ.ศ. 2521

7. อนุพากย์ในภาษาไทย โดย ดุษฎีพร ชำนิโรคศานต์ พ.ศ. 2521

8. Relative Clauses in Thai โดย Susumu Kuno และ Preya Wongkhomtong พ.ศ. 2523

9. ประโยครับในภาษาไทย โดย พรพิลาส เรืองโชติวิทย์ พ.ศ. 2524

10. A Study of Informational Structuring in Thai Sentences โดย Peansiri Ekniyom พ.ศ. 2525

11. Structure and Functions of Questions in Thai โดย Sirinee Santaputra พ.ศ. 2527

12. คำถามแบบตอบรับ-ปฏิเสธในงานแปลจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย โดยจิตราภรณ์ เกียรติไพบูลย์ พ.ศ. 2525

13. A Contrastive Analysis of Relative Clauses in Thai-English โดย Suthinee Suktrakul พ.ศ. 2528

14. อนุประโยคบอกความใหม่ที่อยู่ต้นประโยคในภาษาไทย โดย อภินันท์ เชื้อไทย พ.ศ. 2528

15. รูปคำถามแบบตอบรับ-ปฏิเสธในงานแปลภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย โดยเฉลียว เอกนิยม พ.ศ. 2528

งานวิจัยเกี่ยวกับนามวลี

1. โครงสร้างของนามวลีในภาษาไทย โดย พัธนี โชติกเสถียร พ.ศ. 2515

2. Categories of Zero Nominal Reference and Clausal Structure in Thai โดย John Anthony Grima พ.ศ. 2521

3. การวิเคราะห์โครงสร้างของปริมาณวลีในภาษาไทย โดย สรัญญา เสวตมาลย์ พ.ศ. 2525

4. Empty Noun Phrases and the Theory of Control with Special Reference to Thai โดย Namtip Pingkarawat พ.ศ. 2532

การวิจัยกริยาและกริยาวลีโดยไวยากรณ์การก (Case Grammar)

1. The Instrumental Case in Thai : A Study of Syntax and Semantics โดย Philip Clars Stine พ.ศ. 2511

2. Verb Phrases in Thai : A study in Deep-Case Relationship โดย Pongsri Lekawatana พ.ศ. 2513

3. The Verb in Modern Thai โดย Kanchana Sindhvananda พ.ศ. 2513

4. คำกริยาอกรรมในภาษาไทย : การศึกษาและการจำแนกตามไวยากรณ์การก โดย เพ็ญแข วงษ์ศิริ พ.ศ. 2524

5. ความสัมพันธ์ทางอรรถศาสตร์ระหว่างคำนามกับคำกริยาในประโยคภาษาไทย โดย ภาณุ สังขะวร พ.ศ. 2526

6. คำกริยาบอกการเคลื่อนที่ในภาษาไทย โดย จินดา เฮงสมบูรณ์ พ.ศ. 2527

งานวิจัยกริยาและกริยาวลีโดยใช้ไวยากรณ์โครงสร้าง (Structural Grammar)

1. คำกริยากรรมในภาษาไทย โดย สุรีย์ พันเจริญ พ.ศ. 2509

2. โครงสร้างของหน่วยแก่นของกริยาวลี โดย นววรรณ พันธุเมธา พ.ศ. 2510

3. คำกริยาสกรรมในภาษาไทย โดย นิตยา กาญจนวรรณ พ.ศ. 2512

งานวิจัยกริยาและกริยาวลีโดยหาคุณสมบัติทางวากยสัมพันธ์และอรรถศาสตร์

1. A Study of Preverbs in Thai โดย Pranee Kullavanijaya พ.ศ. 2511

2. Expression for Time in the Thai Verb and its Application to Thai-English Machine Translation โดย Nitaya Kanchanawan พ.ศ. 2521

3. The Thai Verb Phrase โดย Salee Sriphen พ.ศ. 2525

4. คำกริยาการีตในภาษาไทย โดย วิภา วงศ์สันติวนิช พ.ศ. 2525

5. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางวากยสัมพันธ์และอรรถศาสตร์ของคำกริยามีในภาษาไทย โดย อุไร งามสม พ.ศ. 2526

6. Conjunct Verbs and Verbs-in-series in Thai โดย Tasanee Sereecharoensatit พ.ศ. 2527

7. Serial Verb Constructions in Thai โดย Kingkarn Thepkanjana พ.ศ. 2529

8. การใช้คำ "เป็น" ในภาษาไทย โดย สถาวร พัชรบำรุง พ.ศ. 2529

9. คำกริยาบ่งบอกลักษณะในภาษาไทยกรุงเทพ โดย สุรพล ชัยทองวงศ์วัฒนา พ.ศ. 2532

งานวิจัยคำประเภทต่างๆ

1. Classifiers in Thai โดย Vilai ruyaporn พ.ศ. 2507

2. คำบุพบทในภาษาไทย โดย สุมิตรา ยังวัฒนากุล พ.ศ. 2509

3. หน้าที่ของคำ "ให้" ในภาษาไทย โดย อรทัย เดชดำรง พ.ศ. 2513

4. คำบอกเวลาในภาษาไทย โดย น้อมนิจ วงศ์สุทธิธรรม พ.ศ. 2514

5. ลักษณะของคำไวยากรณ์ในภาษาไทย โดย ราตรี ธันวารชร พ.ศ. 2515

6. Final Particles in Thai โดย Amara Pamornbutra

7. Classifiers in Standard Thai : A study of Semantic Relations between Headwords and Classifiers โดย James Anthony Placzek พ.ศ. 2521

8. การใช้คำ "ที่ ซึ่ง อัน" โดย พรทิพย์ กิจสมบัติ พ.ศ. 2523

9. A Study of Final Particles in Conversational Thai โดย Patcharin peyasantiwong พ.ศ. 2524

10. การศึกษาเปรียบเทียบคำลักษณะนามในภาษาเชียงใหม่กับภาษากรุงเทพฯ โดย กันทิมา วัฒนะประเสริฐ พ.ศ. 2525

11. วิเคราะห์การใช้คำ "ก็" ในภาษาไทย โดย พนมพร สิงหพันธ์ พ.ศ. 2525

12. หน้าที่และความหมายของคำ "เลย" ในภาษาไทย โดย สาลี่ อารีมิตร พ.ศ. 2528

งานวิจัยเกี่ยวกับกลไกทางภาษา

1. Sentential Complementation in Thai โดย Pimpun Suwanamalik พ.ศ. 2517

2. Nominalization in Thai โดย Santi Kooratanaweich พ.ศ. 2520

3. การศึกษาการละกริยาในภาษาพูดในกรุงเทพฯ ตามแนวอรรถศาสตร์ โดย พรทิพย์ พุกผาสุข พ.ศ. 2523

4. Quatification in Thai โดย Mark Jeffrey Stein

5. การใช้รูปแทนคำนามเพื่อบอกความต่อเนื่องในข้อเขียนภาษาไทย โดยประภาพร มณีโรจน์ พ.ศ. 2528

6. การรวมความหมายในคำกริยาภาษาไทย โดย ศรินทิพย์ วัชรวัฒนากุล พ.ศ. 2528

งานวิจัยลักษณะทางไวยากรณ์

1. ลักษณะมาลาในภาษาไทย โดย พรทิพย์ กัทรนาวิก พ.ศ. 2514

2. กาลในภาษาไทย โดย อิงอร สุพันธ์วณิช พ.ศ. 2516

3. ปัจจุบันกาลในภาษาอังกฤษและภาษาไทย : การศึกษาเปรียบต่าง โดย พูลสุข รัตโนทยานนท์ พ.ศ 2525

4. A Study of Aspect in Thai โดย Tasanalai Boonyapatipark พ.ศ. 2526

โดยสรุป งานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นงานศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของวากยสัมพันธ์ไทย และปรากฏการณ์ทางวากยสัมพันธ์บางชนิด งานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาเกี่ยวกับกริยาทำ ภายใต้กรอบไวยากรณ์การก (Case Grammar) แต่ปัญหาคือผู้วิจัยได้เสนอชุดของการกสัมพันธ์ (Case Relations) ที่มีจำนวนและชนิดแตกต่างกัน และมีงานวิจัยอีกหลายชิ้นที่ศึกษาในกรอบทฤษฎีไวยากรณ์โครงสร้าง (Structural Grammar) ซึ่งให้ข้อความรู้เกี่ยวกับการใช้คำสถานการณ์ต่างๆ และเกี่ยวกับลำดับของคำ งานวิจัยที่เกี่ยวกับคำประเภทต่างๆ แม้ว่าจะทำการวิเคราะห์โดยใช้แนวทฤษฎีต่างกัน แต่ก็ให้ประโยชน์ในแง่เป็นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวากยสัมพันธ์ และอรรถศาสตร์ของคำประเภทนั้นๆ ข้อความรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยเหล่านี้ มีคุณค่าในแง่ที่เป็นจุดเริ่มต้นให้สามารถทำการวิจัยภาษาไทย ได้อย่างครอบคลุมและเป็นระบบระเบียบ อย่างไรก็ตามข้อความรู้เหล่านี้ได้มาจากการวิเคราะห์ในกรอบทฤษฎีต่างกัน จึงต้องนำมาปรับให้อยู่ในรูปแบบกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ที่จะนำมาสร้างอัลกอริทึมของภาษาไทย เพื่อการวิเคราะห์ภาษาไทยให้กลายเป็นรูปแบบอันตรภาษา (Interlingual Representation) การวิจัยพื้นฐานของภาษาไทยอย่างมีระบบและจริงจังจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและขาดไม่ได้

4.2 การจัดสร้างคลังข้อมูลคำไทย

คณะผู้วิจัยได้นำคลังข้อมูลที่ได้จัดทำขึ้นในโครงการพจนานุกรมไทยมาพัฒนาต่อ เพื่อใช้ในประโยชน์ในโครงการได้ โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ

ก. เพื่อให้ได้ข้อมูลคำไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ในสิ่งพิมพ์ลักษณะต่างๆ โดยคร่าวๆ ว่ามีอยู่เป็นจำนวนเท่าไร และแต่ละคำมีความถี่ในการใช้เท่าใด

ข. เพื่อนำข้อมูลนี้มาศึกษาโครงสร้างและระบบการสร้างคำ (lexical structure and formation)

ค. เพื่อเป็นฐานในการสร้างพจนานุกรมสำหรับระบบการจำแนกแยกแยะภาษาไทยต่อไป

ข้อมูลที่ได้เป็นข้อความที่เลือกเก็บจากหนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ จำนวนทั้งสิ้น 95 รายการ แล้วนำมาตัดคำโดยให้ผู้ตัดซึ่งเป็นผู้พูดภาษาไทยที่มีความรู้ระดับปริญญาตรี โท และเอก ทำหน้าที่กำหนดขอบเขตระหว่างคำ (Word boundary) แล้วนำมาแจงเรียง (concord) พร้อมทั้งนับความถี่ในการปรากฏ คลังข้อมูลคำไทยนี้จะขยายต่อไปได้ในอนาคต ในปัจจุบันคลังคำนี้มีคำจำนวน 14,665 คำ คำที่มีความถี่สูงสุดคือคำว่า "ที่" มีความถี่ 8,698 ครั้ง

4.3 การจัดสร้างคลังข้อมูลประโยคไทย

ดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 4.1 ว่า การศึกษาวากยสัมพันธ์ไทยที่ได้มีผู้ทำไว้แล้วเป็นงานที่มุ่งการนำแนวทฤษฎีหลายๆ แนวมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ในภาษาไทยปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง โดยเฉพาะ นอกจากนี้การศึกษาส่วนใหญ่ใช้ข้อความรู้ที่ดึงได้จาก สมรรถนภาษา (competence) ของผู้วิจัยเอง หรือจากข้อมูลจำนวนจำกัด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างคลังข้อมูลที่มีขนาดใหญ่พอที่จะสามารถนำมาศึกษาเพื่อสกัดกฎวากยสัมพันธ์ของภาษาไทยได้ คลังข้อมูลประโยคไทยในปัจจุบัน ประกอบด้วยประโยคที่ถ่ายทอดมาจากหนังสือ 2 เล่ม คือ คู่มือ WORDSTAR เขียนโดย รศ.ทักษิณา สวณานนท์ และโครงสร้างข้อมูล เขียนโดย ดร.สุชาย ธนวเสถียร นอกจากคลังข้อมูลส่วนนี้แล้ว ยังมีคลังข้อมูลที่ได้สร้างไว้แล้วในงานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ปริจเฉทภาษาไทยในสาขามนุษยศาสตร์ของ เพียรศิริ วงศ์วิภานนท์ ซึ่งประกอบด้วยบทความด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 26 เรื่อง ขณะนี้ข้อมูลเหล่านี้ได้รับการจำแนกประโยคแล้ว โดยวิธีกำหนดขอบเขตประโยค (sentence boundary) โดยการใช้มือเติม งานที่กำลังทำอยู่คือ การเติมขอบเขตคำ (word boundary) เพื่อให้ข้อมูลพร้อมที่จะใช้กับ Utility programs ในการวิเคราะห์โครงสร้างประโยคต่อไป

4.4 การศึกษาลักษณะโดยรวมของวากยสัมพันธ์ไทย

ในการศึกษาเพื่อให้ได้ลักษณะโดยรวมของวากยสัมพันธ์ไทย คณะผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากบทความ 2 เรื่องคือ เรื่องนิเวศน์วิทยาสุนทรภู่ และเรื่องบ้านเชียง จากหนังสือเรื่อง คู่มือ WORDSTAR และเรื่องโครงสร้างข้อมูล โดยดึงมาเฉพาะบทที่ 1 และบทที่ 2

ข้อสรุปลักษณะภาษาไทยซึ่งจะเป็นฐานในการนำไปออกแบบระบบจำแนกแยกแยะภาษาไทย มีอยู่ดังต่อไปนี้คือ

4.4.1 การแสดงความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์

ข้อมูลที่ศึกษายืนยันความเชื่อที่มีมาแต่เดิมว่า ภาษาไทยนั้นไม่มีการแสดงความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ และทางอรรถศาสตร์ด้วยการเปลี่ยนแปลงรูปคำ (inflection) กลไกที่ใช้คือการจัดเรียง(sequential ordering) หรือตำแหน่งในปริบท (contextual position) กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ การจะรู้ได้ว่าหน่วยภาษาหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับคำวลี หรืออนุพากย์นั้นมี

ความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์อย่างใดกับหน่วยหลักต่างๆ ข้อมูลที่จะใช้ในระบบการเข้าใจประโยคของเครื่องก็คือ ชนิดของหน่วยนั้น และความสัมพันธ์ในแนวเรียง (sequential relationship) ของหน่วยนั้นกับหน่วยที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์แบบที่เรียกว่า Subject-of นั้น คือ ความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้นได้ระหว่างหน่วยที่มีคุณสมบัติเป็นนาม ซึ่งอาจจะปรากฏรูปเป็นนามอย่างชัดเจน หรือมีรูปเป็นหน่วยประโยค หรือหน่วยกริยาวลีและหน่วยที่มีคุณสมบัติเป็นกริยาสำคัญ โดยหน่วยที่มีคุณสมบัติเป็นนามจะอยู่ทางซ้ายของหน่วยที่มีคุณสมบัติเป็นกริยาสำคัญ

ข้อมูลที่จะช่วยได้มากในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ เช่น รูปของนาม และรูปของกริยาตลอดจนความรับกัน (agreement) ของนามและกริยาอย่างในภาษาอังกฤษ หรือญี่ปุ่นนั้นไม่มี ข้อมูลชนิดเดียวที่จะใช้ได้ในการเขียนกฎในระบบจำแนกแยกแยะ เพื่อตัดสินว่ามีความสัมพันธ์แบบ Subject-of หรือไม่ ก็คือ ชนิดและตำแหน่งของหน่วยที่เกี่ยวข้อง

อย่างไรก็ดือ การศึกษาเบื้องต้นนี้มีข้อสรุปที่น่ายินดีว่า ความสัมพันธ์ในแนวเรียงของหน่วยงานหลัก และหน่วยพึ่งพิงนั้นคงพอที่จะบอกความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ได้ ในระดับประโยค การเรียงจะไปในสองทิศทาง คือ ทั้งหน้าและหลังหน่วยหลักคือหน่วยกริยา ดังแผนภูมิต่อไปนี้

ส่วนองค์ประกอบในระดับวลีนั้นก็คงที่เช่นเดียวกันทั้งในนามวลีและกริยาวลี กล่าวคือ ในนามวลีนั้น หน่วยที่เป็นหน่วยพึ่งพิงแสดงการขยาย (Modification) และการกำหนดขอบเขตของการอ้างถึงนามจะเรียงต่อกันไปทางขวามือหรือตามหลังหน่วยหลัก

ส่วนในกริยาวลีนั้น องค์ประกอบที่กำหนดขอบเขตของการอ้างถึงของกริยาที่เรียกว่า AUXILIARY (Ax) นั้นก็มีตำแหน่งคงที่เช่นกัน ทางด้านซ้ายจะมีตำแหน่งสำหรับ AUXILIARY ได้ถึง 6 ตำแหน่ง โดยยังไม่นับรวม จะ และ ไม่ และทางด้านขวาจะมีได้ 2 ตำแหน่ง (จากรูป CHAI23)

ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการเขียนกฎ คือ ปัญหาเรื่องชนิดหรือประเภท (CATEGORY) ของคำในภาษาไทยซึ่งเป็นปัญหาที่ยุ่งยากมากอีกประการหนึ่ง ปัญหานี้จะยกไปกล่าวใน 4.4.2

4.4.2 การจำแนกประเภทคำ

ภาษาไทยนั้นเป็นภาษาคำโดด ซึ่งมีผลตามมาที่สำคัญในการจัดทำระบบเข้าใจภาษาด้วยเครื่อง 2 ประ การ คือ ประการแรกการขาดข้อมูลในเรื่องรูปของคำที่จะใช้เป็นเครื่องตัดสินชนิด (SYNTACTIC CATEGORY) ของคำ ประการที่สอง การที่คำๆ หนึ่งๆ อาจจะจัดอยู่ใน SYNTACTIC CATEGORY ได้มากกว่าหนึ่งนั้น คือ Polysemy เป็นลักษณะตามธรรมชาติของภาษาไทย ทั้งนี้เพราะความหมายของคำเอื้อให้ทำได้ และภาษาไม่มีกฎที่บังคับให้เกิดการเปลี่ยนรูปเมื่อมีการเปลี่ยนชนิดคำ (Derivation) ตัวอย่างเช่นคำว่า อย่าง และ ราคา ในประโยคต่อไปนี้

1. CLASSIFIER : สินค้าอย่างนี้ราคาแพง
2. RELATOR : คนก็เริ่มทำอย่างเพื่อนบ้าน
   NOUN : อย่างไหนเขาจึงจะพอใจ
3. NOUN : ราคาแพง
   VERB : ผ้าผืนนี้ราคาแพง

จะเห็นได้ชัดว่าภาษาไทยเป็นภาษาที่มีความกำกวมเรื่องชนิดของคำสูง ดังนั้นกฎส่วนหนึ่งในระดับการวิเคราะห์โครงสร้างวากยสัมพันธ์ จะเป็นกฎสำหรับการตัดสินว่าคำนั้นๆ เป็นคำประเภทใด คณะผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจที่จะลดปัญหานี้

ด้วยการกำหนดให้ชนิดของคำนั้น เป็นคุณสมบัติของคำในรูปของ features ดังนั้นคำว่า อย่าง จึงมี features ทั้ง 3 ในขณะที่ราคา มี 2 features รายละเอียดเรื่องนี้ปรากฏอยู่ในบทความที่จะเสนอในการประชุม Regional Workshop on Computer Processing of Asian Languages (26 - 28 กันยายน 2532)

ความกำกวมเรื่องชนิดของคำ แบบที่เรียกว่าการมีหลายหน้าที่ (Polysemy) นั้น ต้องแยกออกจากการเป็นคำพ้อง (Homophony) เช่น การพ้องของคำว่า แบบ ในประโยคต่อไปนี้ทั้ง 3 ประโยค

1. เขาเป็น แบบ ให้ช่างปั้นปั้นรูปเขา
2. เขาเถียง แบบ เด็กดื้อ
3. เขานอน แบบ อยู่

ในพจนานุกรมคำหลายหน้าที่จะมีหน่วยอรรถร่วมกัน แต่คำพ้องจะมีหน่วยอรรถแยกไป (จากรูป CHAI24X)

4.4.3 ความไม่คงที่ของการปฏิภาคกันระหว่างความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ และความสัมพันธ์ทางอรรถศาสตร์

ภาษาไทยเป็นภาษาซึ่งมีคำควบกลุ่มหนึ่งที่ปรากฏได้ทั้งในรูปของสิ่ง ที่เรียกว่า อกรรมกริยา และสกรรมกริย ขึ้นอยู่กับว่า จะนำหน่วยพึ่งพิงทางอรรถศาสตร์หน่วยใด ขึ้นมาวางไว้ในตำแหน่งของหน่วยที่มีความสัมพันธ์เป็น SUBJECT-OF หรือ OBJECT-OF ของประโยค

1. เขา พิมพ์ คอมพิวเตอร์
   คอมพิวเตอร์ พิมพ์สวยกว่าพิมพ์ดีด
   ข้อมูลชุดนี้ พิมพ์ คอมพิวเตอร์
2. คนไทย กิน ซุป ด้วย ช้อน
   คนไทย กิน ช้อน
   ช้อน กิน ซุป ได้ง่ายกว่า

ลักษณะนี้ของภาษาไทย แสดงให้เห็นว่า กฎในการตีความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ออกเป็น ความสัมพันธ์ทางอรรถศาสตร์ จำเป็นจะต้องคำนึงถึงลักษณะด้านนี้ของภาษาไทยด้วย

4.4.4 การพ้องความหมายในหน่วยแสดงความสัมพันธ์

ภาษาไทยมีลักษณะเฉพาะที่น่าสนใจและน่าพิศวงประการหนึ่งนั้น คือ การที่คำชนิดที่เรียกว่า RELATOR มักจะมีลักษณะเป็นกลุ่มคำพ้องความหมายที่ใช้แทนกันได้ เช่น (ตามรูป CHAI25)

4.4.5 รูปแบบและการกสัมพันธ์

การกในความหมายทั่วๆ ไป คือ ความสัมพันธ์ทางความหมายระหว่างคำนามกับคำกริยาในประโยค ตัวอย่างของความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ เช่น ผู้กระทำอาการ ผู้ถูกกระทำ ผู้ได้รับผลประโยชน์จากการกระทำ เครื่องมือที่ใช้ในการกระทำ สาเหตุของการกระทำและผู้ร่วมกระทำ การกในภาษาไทยเป็นเรื่องที่มีผู้สนใจศึกษากันมาก งานวิจัยเรื่องการกที่ทำในอดีตมักเป็นการศึกษาว่าคำกริยาประเภทหนึ่งๆ เช่น คำกริยาบอกการเคลื่อนที่ กริยาอกรรมฯลฯ สามารถเกิดกับคำนามในการกอะไรบ้าง มีงานวิจัย 2-3 ชิ้นที่ศึกษาว่าภาษาไทยมีการกอะไรบ้าง ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ได้เสนอชุดของการกซึ่งมีจำนวนและ

ชนิดที่ต่างกันบ้าง ในการค้นคว้าเรื่องการกในงานวิจัยเหล่านี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยศึกษาข้อมูลภาษาไทยที่เป็นระดับ "ผิว" (Surface Form) คือ ข้อมูลที่ปรากฏให้เห็น ต่อจากนั้นจึงพิจารณาดูว่าคำนามในภาษาระดับผิวนี้ มีความสัมพันธ์ทางความหมายอะไรบ้างกับกริยาในประโยค แล้วจึงกำหนดการกขึ้นมาแทนความสัมพันธ์ทางความหมายชนิดต่างๆ เหล่านั้น บางการกอาจแสดงด้วยคำทางไวยากรณ์หรือคำเชื่อมบางคำ แต่ไม่ได้เป็นกรณีเช่นนั้นเสมอไป สภาพของภาษาไทยที่สรุปได้จากงานวิจัยเรื่องการกในภาษาไทย คือ คำเชื่อม (Prepositon) คำหนึ่งแสดงหลายการก และการกหนึ่งอาจแสดงได้ด้วยคำเชื่อมหลายคำ ซึ่งสรุปได้ว่า คำเชื่อมกับการกในภาษาไทยมีความสัมพันธ์แบบ many-to-many ดังเห็นได้จากแผนภาพข้างล่างนี้ (จากรูป CHAI26)

ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยเปลี่ยนแนวการวิเคราะห์เรื่องการก โดยเสนอให้มีการกระดับผิว (Surface Cases) และการกระดับลึก (Deep Cases) การกระดับผิวแสดงด้วยตำแหน่งของคำนามโดยสัมพันธ์กับคำกริยา หรือแสดงด้วยคำเชื่อมโดยตำแหน่ง 1 ตำแหน่ง หรือคำเชื่อม 1 คำแสดงการก 1 การก นั่นหมายความว่าแต่ละตำแหน่งและแต่ละคำเชื่อมจะมีการกของตนเองซึ่งแตกต่างกันไป การกระดับผิวนี้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า Syntactico-Semantic Case เนื่องจากการกระดับนี้มีคุณสมบัติทั้งทางวากยสัมพันธ์และอรรถศาสตร์ การเสนอการกระดับผิวที่มีคุณสมบัติเช่นนี้ตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้น(Assumption) ที่ว่ามนุษย์ที่ใช้ภาษาต่างๆ จะสร้างมโนภาพ (Conceptualize) ของโลกหรือเหตุการณ์เดียวกันในโลกไม่เหมือนกัน ซึ่งแสดงออกโดยโครงสร้างผิวในภาษาต่างๆ ตัวอย่างเช่น คำเชื่อม โดย แสดงลักษณะหรือวิถีทางที่การกระทำเกิดขึ้น คำเชื่อม ด้วย แสดงสิ่งที่ผู้กระทำ "ใช้" ในการกระทำ คำเชื่อม กับ แสดง "ผู้" ร่วมในการกระทำ ดังนั้นการกระดับผิวนี้จึงเป็นการกเฉพาะภาษา (Language-specific) การกอีกระดับหนึ่งซึ่งเป็นการกระดับลึกจะเป็นอิสระจากภาษาต่างๆ(Language-independent) และเป็นอิสระจากวากยสัมพันธ์ในภาษาระดับผิว การกระดับลึกนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Conceptual Case ซึ่งเป็นชุดการกสากล และมีจำนวนมากกว่าชุดการกระดับผิว นอกจากนั้นจะต้องมีกฎการเชื่อม (Mapping Rules) ระหว่างการกระดับผิวกับการกระดับลึก ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ many-to-many การกระดับผิวการกหนึ่งที่แสดงด้วยตำแหน่งหรือคำเชื่อมคำหนึ่งจะถูกโยงสู่การกระดับลึกจำนวนหนึ่ง และการกระดับลึกการกหนึ่ง อาจตรงกับการกระดับผิวมากกว่า 1 การกได้ การกระดับลึกนี้นับได้ว่าเป็นความสัมพันธ์ทางความหมายที่เป็นอันตรภาษา (Interlingua)

สรุป

งานวิจัยในปีแรกนี้ได้เน้นหนักที่การทำวิจัยพื้นฐานของภาษาไทยเพื่อหากรอบการวิเคราะห์ (Framework) ที่เหมาะสม เนื่องจากภาษาไทยมีลักษณะทางวากยสัมพันธ์เฉพาะตนหลายอย่าง การหากรอบหรือแนวการวิเคราะห์นี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น ผลการวิจัยที่ได้ยังอยู่ในขั้นต้น ซึ่งจะต้องได้รับการปรับปรุงเมื่อนำไปทดลองสร้างอัลกอริทึม เพื่อสรุปกฎในระบบที่ได้ออกแบบขึ้นรวมทั้งระบบของ CICC ด้วย ผลงานการวิจัยในปีนี้ยังเป็นการวิจัยบริสุทธิ์ (Basic Research) เสียส่วนใหญ่ แต่ก็เป็นพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ภาษาไทย เพื่อการประมวลผลในขั้นต่อไป และจำเป็นสำหรับการออกแบบระบบจำแนกแยกแยะเอนกประสงค์ที่กำลังทำอยู่

2. เนื้อหาต้นฉบับเอกสารทดสอบที่ 2

TTitle: โครงการ ปัญญาประดิษฐ์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. เพียรศิริ วงศ์วิภานนท์

ผลงานวิจัย 1 การพัฒนาพจนานุกรมเพื่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.นวลทิพย์ ตันติเศวตรัตน์

ผลงานวิจัย 2 ระบบการสร้างภาษาเป้าหมายเพื่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ดร.รัตติกร วรากูลศิริพันธ์

ผลงานวิจัย 3 การพัฒนาระบบอินพุทเอาท์พุทและระบบสนับสนุนการแปลภาษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์

ผลงานวิจัย 4 การพัฒนาระบบรวมเพื่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ ปี 2531
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/NPRP
นายบุญเจริญ ศิริเนาวกุล

ผลงานวิจัย 5 ระบบเตรียมข้อมูลคอมพิวเตอร์อัตโนมัติภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง/NPRP
ดร.ชม กิ้มปาน

ผลงานวิจัย 6 โครงการวิเคราะห์ภาษาไทยเพื่องานแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย/NPRP
ผศ.ดร.เพียรศิริ วงศ์วิภานนท์

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนา พจนานุกรมเพื่อการแปลภาษา ด้วย คอมพิวเตอร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ภาษาไทย สำหรับใช้ในการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ระบบภาษากลาง (Interlingua Machine Translation) คือ การใช้ภาษากลาง (Interlingua) แทนภาษาต่างๆ ทั้งภาษาต้นฉบับ (SOURCE LANGUAGE) และภาษาเป้าหมาย (TARGET LANGUAGE) ในการพัฒนาพจนานุกรมในระยะแรกนี้ จะเป็นพจนานุกรมเพื่อใช้สำหรับถอดข้อความจากภาษากลางเป็นภาษาไทย

บทความการเสนอผลงานนี้จะกล่าวถึงการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ (MT) 3 ระบบ คำอธิบายเกี่ยวกับพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONIC DICTIONARY) และการดำเนินงานของโครงการพจนานุกรมฯ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การศึกษา INTERLINGUA MT การศึกษาส่วนประกอบข้อมูลหลัก 3 ส่วนใน ED รายงานการวิเคราะห์และกำหนด ระบบภาษาไทยในแง่ต่างๆ เช่น การวิเคราะห์โครงสร้างคำ เพื่อหาตำแหน่งที่เกิดของคำประเภทต่างๆ การแยกประเภทคำทั้งประเภทใหญ่และประเภทย่อย การศึกษาหาความสัมพันธ์ของคำในประโยค การวิเคราะห์โครงสร้างของประโยคในภาษาไทย พร้อมทั้งการกำหนดข้อมูลใน ED การโค้ดคำและตัวอย่าง และสุดท้ายได้กล่าวถึงปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินงานในโครงการ และการที่โครงการไม่สามารถมีผลงานออกมาในรูปธรรมได้ในปีแรกนี้

ผศ. ระดับ 8 ภาควิชาภาษาและสังคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทความการเสนอผลงาน

โครงการพัฒนาพจนานุกรมเพื่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การถ่ายทอดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในทุกประเทศ อุปสรรคสำคัญที่ทำให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีไม่สามารถดำเนินไปได้โดยสะดวกรวดเร็วขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของภาษาธรรมชาติ การแปลภาษาโดยมนุษย์นอกจากจะล่าช้า ไม่ทันต่อความต้องการในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีแล้ว ยังมีข้อจำกัดอื่นๆ อีกมาก เช่นเนื้อหาของงานแต่ละชิ้นแตกต่างกัน การแปลจึงต้องใช้บุคคลผู้มีความรู้เฉพาะด้านเป็นจำนวนมาก เวลา แรงงาน และแรงสมองที่จะใช้ในการแปลจึงต้องมากเป็นอย่างยิ่งด้วย นอกจากนั้น บุคลากรผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาศาสตร์และด้านคอมพิวเตอร์ จึงเกิดความคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแปลภาษาขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดทั้งเวลาและแรงงานของมนุษย์

ในการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์นี้ ส่วนสำคัญอย่างยิ่งของระบบคือพจนานุกรม การแปลจะมีคุณภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับพจนานุกรมที่ถูกต้อง สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้งานได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม ดังนั้น การพัฒนาระบบการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ จึงต้องมีการพัฒนาพจนานุกรมควบคู่ไปด้วย งานนี้เป็นงานที่มีขอบเขตกว้างขวาง ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก เพราะเป็นงานที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับระบบภาษาธรรมชาติทั้งระบบ

2. การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine Translation)

2.1 ความเป็นมา

การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine Translation) หรือเรียกโดยย่อว่า MT เป็นความคิดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเอาชนะความหลากหลายของภาษาต่างๆ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการสื่อสารของมนุษย์MT เป็นผลผลิตจากความต้องการของมนุษย์ในการที่จะสร้างเครื่องมือที่มีความสามารถในการคิดใกล้เคียงกับมนุษย์ และมีข้อมูลความรู้ทางภาษาธรรมชาติ เพื่อช่วยลดอุปสรรคทางด้านภาษาลง ความคิดนี้เริ่มขึ้นตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ก้าวหน้าขึ้นและทฤษฎีภาษาศาสตร์ที่เหมาะสมได้รับการพัฒนาขึ้น ก็ได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อการแปลภาษาระหว่างประเทศขึ้นในประเทศต่างๆ ในปี 1947 Waren Weaver ได้ริเริ่มความคิดในการแปลภาษารัสเซีย และในทศวรรษนี้ (1940) ได้มีบุคคลกลุ่มต่างๆ พยายามทำวิจัยด้าน MT ขึ้น แต่ไม่ประสบผลสำเร็จนัก เนื่องจากไม่สามารถหาทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ การแปลภาษาจึงเต็มไปด้วยความผิดพลาด ต้องใช้มนุษย์ทำการแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการเสียเวลาและสิ้นเปลืองกว่าใช้มนุษย์แปลตั้งแต่ต้น งานทางด้าน MT จึงซบเซาไประยะหนึ่ง จนถึงช่วงศตวรรษที่ 70 (1970-1980) การพัฒนาทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ได้ก้าวหน้าขึ้น ความคิดในการใช้คอมพิวเตอร์แปลภาษาจึงได้รับการฟื้นฟูขึ้นอีกครั้ง ด้วยการมุ่งพัฒนาด้านการวิเคราะห์ภาษาทั้งทางด้านไวยากรณ์และด้านความหมาย โดยใช้เทคนิคของปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการแปลภาษา การพัฒนา MT ในครั้งนี้ได้รับความสนใจจากบุคคลหลายกลุ่มจากประเทศต่างๆ ทำให้เกิดโครงการแปลภาษาขึ้นหลายโครงการ เช่น โครงการ SYSTRAN ของมหาวิทยาลัย Georgetown สหรัฐอเมริกาทำการแปลภาษารัสเซีย-อังกฤษ ซึ่งประเทศบางประเทศในกลุ่ม EEC ได้ใช้อยู่ในปัจจุบัน โครงการ EUROTRA ของ EEC ซึ่งแปลภาษาของชาติต่างๆ หลายภาษาก็เป็นโครงการที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายมากโครงการหนึ่ง หรือ โครงการ GETA ของประเทศฝรั่งเศส และโครงการต่างๆ หลายโครงการในประเทศญี่ปุ่น ที่ทำการแปลภาษาอังกฤษ-ญี่ปุ่น และญี่ปุ่น-อังกฤษ เช่นโครงการ MU ของมหาวิทยาลัยเกียวโต ATLAS ของบริษัท Fujitsu ละ PIVOT ของบริษัท NEC เป็นต้น

2.2 ระบบของ MT

MT แบ่งออกเป็นระบบใหญ่ๆ 3 ระบบดังนี้

1 ระบบการแปลโดยตรง (Direct MT) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในยุคต้นๆ เป็นระบบที่ง่ายที่สุด โดยให้การแปลขึ้นอยู่กับพจนานุกรมสองภาษา คือ ภาษาต้นฉบับและภาษาเป้าหมาย วิธีการแปลคือ แปลคำต่อคำ หรือวลีต่อวลี คุณภาพของการแปลขึ้นอยู่กับพจนานุกรม ซึ่งถ้ามีข้อมูลคู่ภาษาที่ละเอียดขึ้นการแปลก็จะมีคุณภาพมากขึ้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ทำงานสอดคล้องกับพจนานุกรม ดังนั้นถ้าพจนานุกรมมีข้อมูลมากขึ้นเท่าใด โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะต้องใหญ่ขึ้นเท่านั้น ฉะนั้นเมื่อการแปลระบบนี้ได้รับการปรับปรุงมากขึ้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน นอกจากนั้นระบบการแปลชนิดนี้ต้องการวิเคราะห์ภาษาเป็นคู่ๆ เช่นภาษารัสเซีย-อังกฤษ ถ้าต้องการเปลี่ยนคู่ภาษาเป็นภาษารัสเซีย-ฝรั่งเศส ก็ต้องทำการวิเคราะห์ภาษารัสเซียคู่กับฝรั่งเศสอีกครั้งหนึ่ง ทำให้งานซับซ้อนเสียเวลามาก ดังนั้นการแปลภาษาแบบนี้จึงเสื่อมความนิยมลงไป ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นเครื่องเล็กๆ สำหรับแปลประโยคจำนวนจำกัดที่มีความจำเป็นในการใช้ในแต่ละสถานการณ์ เช่น ช่วยให้นักท่องเที่ยวสื่อสารได้ในการท่องเที่ยวไปยังประเทศบางประเทศ เป็นต้น

2 ระบบการแปลแบบถ่ายทอด (Transfer MT) ระบบนี้ปรับปรุงขึ้นจากระบบแรก โดยแบ่งวิธีการเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ เริ่มจากการวิเคราะห์ภาษาเป้าหมายภาษาเดียวตั้งแต่ระดับคำจนถึงระดับประโยค และแทนค่าด้วยลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสม จากนั้นจะถ่ายทอดโครงสร้าง และความหมายของภาษาต้นฉบับไปเป็นโครงสร้างของภาษาเป้าหมาย

และขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการสร้างข้อความภาษาเป้าหมายตามลักษณะที่ควรจะเป็น การแปลระบบนี้การวิเคราะห์ภาษายังคงต้องทำเป็นคู่ๆ แต่จะสลับซับซ้อนกว่าระบบแรกมาก เพราะจะต้องทำการวิเคราะห์ภาษาต้นฉบับเพื่อแทนค่าด้วยลักษณะโครงสร้าง และถ่ายทอดไปยังลักษณะโครงสร้างของอีกภาษาหนึ่ง ดังนั้นพจนานุกรมที่จะต้องใช้ในระบบนี้จึงมีถึง 3 ฉบับ คือ พจนานุกรมภาษาต้นฉบับ พจนานุกรมภาษาเป้าหมาย และพจนานุกรมสองภาษา ผลของการแปลที่ได้จากระบบนี้แม้ว่าคุณภาพมากกว่าระบบแรก แต่ข้อจำกัดของการแปลแบบนี้ อยู่ที่การถ่ายทอดความหมายของภาษาหนึ่งไปยังอีกภาษาหนึ่งยังไม่ดีเท่าที่ควร เพราะแต่ละภาษาจะมีลักษณะเฉพาะในการถ่ายทอดความหมาย ซึ่งการกำหนดกฎของการถ่ายทอดความหมายนั้นต้องทำขึ้นสำหรับคู่ภาษา จึงไม่สามารถทำการแปลได้หลายภาษา ตัวอย่างของระบบนี้ เช่น ระบบ GETA ของมหาวิทยาลัย Grenoble ในประเทศฝรั่งเศส เป็นต้น

3 ระบบการแปลแบบใช้ภาษากลาง (Interlingua MT) ระบบนี้เป็นการสร้างภาษากลางขึ้นเพื่อแทนภาษาต่างๆ ขั้นตอนการแปลจะมี 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาษาต้นฉบับ (Source Language Analysis) ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์รูปลักษณะของภาษาต้นฉบับแล้วแทนค่าด้วยภาษากลาง จากนั้นจะเป็นการสร้างภาษาเป้าหมาย (Target language generation) โดยการสังเคราะห์ รูปลักษณะโครงสร้างของภาษาเป้าหมายจากภาษากลาง การแปลระบบนี้กำหนดให้ภาษากลางเป็นตัวแทนความหมายของภาษาต่างๆ คือ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง concept ต่างๆ ซึ่งไม่ได้ขึ้นกับภาษาใดทั้งสิ้น แต่เป็นภาษาสากล เพราะได้แยกเอาความหมายออกจากโครงสร้างพื้นผิวของภาษา MT ระบบนี้ช่วยให้การวิเคราะห์ภาษาลดลง เพราะเมื่อภาษาต่างๆ ถูกวิเคราะห์มาเป็นภาษากลางแล้ว จะใช้ภาษาใดเป็นภาษาต้นฉบับก็ได้ และสามารถจะแปลเป็นภาษาใดก็ได้ด้วย การใช้ภาษากลางช่วยในการแปลนี้จะอาศัยพจนานุกรมเพียงชุดเดียวต่อหนึ่งภาษา ซึ่งจะสะดวกกว่า MT แบบถ่ายทอดมาก

ในปัจจุบัน R&D ของ MT จะใช้เพียงระบบถ่ายทอดและระบบการใช้ภาษากลางเท่านั้น บริษัทคอมพิวเตอร์หลายบริษัท ทั้งในสหรัฐอเมริกา ประเทศต่างๆ ในยุโรปและญี่ปุ่นเน้น MT เป็นภาษากลางมาก มีการวิจัยโครงการใหญ่หลายโครงการ มีการจัดประชุมระหว่างชาติทุกปีในประเทศต่างๆ เช่น ญี่ปุ่น เยอรมัน เป็นต้น การแปลภาษาต่างๆ ในภาคพื้นยุโรปและสหรัฐอเมริกาสำหรับงานวิชาการและเอกสารต่างๆ ใช้ได้เป็นอย่างดีแล้ว สำหรับในประเทศญี่ปุ่น การแปลภาษาอังกฤษ-ญี่ปุ่น และ ญี่ปุ่น-อังกฤษ ก็ประสบผลสำเร็จมากแล้ว ญี่ปุ่นจึงได้เริ่มสนใจในการแปลภาษาญี่ปุ่นมาเป็นภาษาอื่นๆ ในกลุ่มประเทศอาเซียน และได้ร่วมงานกับประเทศต่างๆ เช่น ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย รวมทั้งประเทศจีนในการทำวิจัย MT โดยใช้ระบบภาษากลางขึ้นตั้งแต่ปี คศ. 1980

2.3 MT ในประเทศไทย

โครงการ MT ในประเทศไทยนั้น ได้เริ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยเป็นโครงการวิจัยร่วมของทบวงมหาวิทยาลัยกับมหาวิทยาลัย Grenoble ของฝรั่งเศส และมหาวิทยาลัย Sains ของมาเลเซีย โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการแปลภาษาอังกฤษ เป็นภาษาไทย มหาวิทยาลัย 7 แห่งในประเทศไทยได้เข้าร่วมการทำงานในนามของทบวงมหาวิทยาลัย โดยทำงานวิจัย MT ในระบบที่ชื่อว่า ARIANE มี ดร.อุดม วโรดม์สิกธดิตถ์ และ ดร.นิตยา กาญจนะวรรณ เป็นประธานโครงการ โครงการ ARIANE นี้ ขึ้นอยู่กับระบบ GETA ของฝรั่งเศส ซึ่งใช้ระบบภาษากลางและระบบการถ่ายทอดในการแปล ขั้นตอนในการแปลมีดังนี้คือ วิเคราะห์คำและประโยค แล้วสร้างรูป tree ซึ่งในโครงสร้างรูป treeนี้ จะมีการบอกความสัมพันธ์ในส่วนต่างๆ ของประโยค ทั้งทางด้านตรรก และความหมาย แล้วจึงถ่ายทอดคำและโครงสร้างของภาษาต้นฉบับ คือ ภาษาอังกฤษเป็นภาษาเป้าหมาย คือ ภาษาไทย หลังจากนั้นจะสร้างโครงสร้างรูปผิวขึ้นจากลักษณะร่วมของโครงสร้างรูป

ลึก ซึ่งลักษณะร่วมของโครงสร้างรูปลึกในโครงการนี้เรียกว่า ภาษากลาง ในปัจจุบันการแปลระบบ ARIANE นี้ สามารถแปลประโยคธรรมดาและประโยคซับซ้อนบางชนิดได้บ้างแล้ว โดยประโยคต่างๆ นั้นจะต้องขึ้นอยู่กับคำศัพท์ประมาณ 2,000 คำที่ได้รับการวิเคราะห์และบรรจุอยู่ใน Dictionary ของระบบ โครงการ ARIANE ยังคงดำเนินการอยู่จนปัจจุบัน นอกจากโครงการ ARIANE นี้แล้ว มีการทำวิจัยเกี่ยวกับ MT อยู่หลายแห่ง เช่น มหาวิทยาลัยมหิดล ได้มีการแปลพระไตรปิฎกออกมาเป็นภาษาไทย โดยการใช้คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ AIT มีงานวิจัยระดับปริญญาโท และปริญญาเอกอยู่หลายชิ้น ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับ MT โดยเน้นที่การแปลภาษาไทย-อังกฤษ และอังกฤษ-ไทย ในปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นมา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ได้มีสัญญาการร่วมมือกับกระทรวง MITI หรือ Ministry of International Trade and Industry ของประเทศญี่ปุ่น โดยผ่านทาง CICC หรือ Center of International Cooperation of Computerization ทำการวิจัย MT ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์แรก คือ การแปลภาษาจากญี่ปุ่น-ไทย และภาษาไทย-ญี่ปุ่น โครงการนี้เป็นโครงการระยะยาว 6 ปี โดยมหาวิทยาลัย 4 แห่งได้ร่วมวิจัยในนามของ NECTEC คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การวิจัยนี้จะเป็น MT ระบบภาษากลาง โดยใช้ระบบ VENUS ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งงานของการวิจัยนี้เพิ่งเริ่มต้นและยังไม่มีผลคืบหน้าที่เห็นเด่นชัดมากนัก นอกจากความเข้าใจและสนใจเรื่อง MT ได้แพร่หลายในหมู่นักวิจัยไทยในมหาวิทยาลัยต่างๆ เพิ่มขึ้น การสัมมนาเกี่ยวกับ MT ในครั้งแรกซึ่งจัดขึ้นในเดือนกรกฎาคม 2531 นั้น มีผู้เข้าร่วมกว่า 50 คน

3 พจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Dictionary)

3.1 ความแตกต่างระหว่าง ED และพจนานุกรมทั่วไป

ED ที่ใช้ใน MT คือแหล่งข้อมูลหรือ knowledge database ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจภาษาธรรมชาติ จึงอาจกล่าวได้ว่า ED เป็นพจนานุกรมสำหรับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับที่พจนานุกรมทั่วๆ ไปเป็นพจนานุกรมสำหรับมนุษย์ ED มีความแตกต่างจากพจนานุกรมทั่วไปหลายประการดังนี้

1 รายละเอียดของคำใน ED จะอยู่ในรูปของ code และ symbols ต่างๆ เพื่อแทนคำอธิบายเกี่ยวกับตัวคำ ความหมาย โครงสร้าง และข้อมูลอื่นๆ ซึ่งในพจนานุกรมธรรมดาจะใช้ภาษาธรรมชาติในการอธิบายรายละเอียดเหล่านี้

2 ข้อมูลใน ED จะมุ่งเฉพาะให้เครื่องเข้าใจภาษาเพื่อการประมวลผลโดยที่ตัวเครื่องเอง มีความสามารถในการคิดจำกัด ดังนั้นเพื่อสอนให้เครื่องเข้าใจ จึงต้องใส่ข้อมูลที่จำเป็นจำนวนมากกว่าพจนานุกรมแบบธรรมดามาก

3 การอธิบายความหมายของคำใน ED จะพยายามลดขอบเขตของความหมายของคำลง ให้มีความหมายแน่นอน โดยแทนด้วย symbol หรือ code ซึ่งแต่ละ symbol และ code นี้จะต้องมีความหมายอย่างเดียว และตัดความหมายส่วนที่ซ้อนกันหรือเหลื่อมกันของคู่คำออกไป ข้อมูลสำหรับให้เครื่องเข้าใจจะมีความกำกวมไม่ได้ ซึ่งต่างจากพจนานุกรมธรรมดา ที่สามารถอธิบายความหมายที่มีได้หลายประการแล้วแต่ละกรณีได้ และผู้ใช้สามารถเข้าใจและไม่มีปัญหาในการแปลความ ความแตกต่างนี้จะแสดงได้ตามแผนภูมิข้างล่างนี้

3.2 ชนิดของ ED

ในระบบการแปลภาษาแต่ละระบบ อาจมี ED หลายชนิดตามความจำเป็นในการงานแต่ละระบบ ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1 Basic-term Dictionary เป็น ED ซึ่งบรรจุคำที่ใช้ทั่วไป ไม่จำกัดสาขาวิชาเฉพาะ ใน MT ระบบใหญ่ๆ หลายระบบจะมีรายละเอียดของคำไม่ต่ำกว่า 100,000 entries เช่น ED ของ EDR หรือ Electronic Dictionary Research Institute ของประเทศญี่ปุ่น มี general terms อยู่ถึง 200,000 entries เป็นต้น

2 Technical Term Dictionary หรืออาจเรียกว่า Terminological Dictionary จะประกอบด้วยคำศัพท์ที่ใช้เฉพาะสาขาวิชา เช่น คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้า เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย เป็นต้น พจนานุกรมศัพท์เทคนิคเหล่านี้ให้ความหมายและให้ concept ในสาขาวิชาเฉพาะ และยังใช้เพื่อกำหนดคำศัพท์มาตรฐานของสาขาวิชานั้นเหมือนกับพจนานุกรมศัพท์เทคนิค สำหรับมนุษย์อีกด้วย สำหรับ ED ที่เป็นศัพท์เทคนิคนี้ ในระบบใหญ่อาจมีคำศัพท์ถึง 50,000 คำขึ้นไป

3 User-specific Dictionary หรือ User-Specific Term Banks เป็นแหล่งข้อมูลพิเศษซึ่งสร้างขึ้นสำหรับผู้ใช้ มีจุดมุ่งหมายในการใช้งานโดยเฉพาะ โดยดึงเอาข้อมูลบางส่วนออกจากพจนานุกรมอื่นๆ หรือเพิ่มข้อมูลพิเศษเพื่อการใช้งานเป็นพิเศษมารวมกันไว้ เช่นใน EDR จะมี concept dictionary แยกออกเป็นพิเศษ และใน concept dictionary ก็จะแบ่งออกเป็นระดับ พิจารณาตามระดับความลึกของความหมายอีกด้วย

3.3 บทบาทของ ED

ED มีบทบาทที่สำคัญมากในการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นส่วนที่ช่วยให้ความรู้แก่คอมพิวเตอร์ ตั้งแต่การให้คอมพิวเตอร์เข้าใจในโครงสร้างของคำ จนถึงลักษณะของโครงสร้าง ซึ่งคำนี้ปรากฏอยู่ และในที่สุดให้เข้าใจ concept ของคำด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์คำ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์แยกแยะและเข้าใจคำ ในส่วนนี้ข้อมูลจะประกอบด้วยคำพื้นฐาน และข้อมูลเกี่ยวกับการรวมตัวของหน่วยคำ คำพื้นฐานจะใช้ในการค้นหาคำในพจนานุกรมเพื่อเลือกคำในประโยคต้นฉบับมาวิเคราะห์ หรือค้นหาคำเพื่อใช้ในการถอดความเมื่อประโยคปลายทางถูกสังเคราะห์แล้ว

2 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ประโยค เพื่อรู้ตำแหน่งและความสัมพันธ์ของคำในระดับโครงสร้าง ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของคำ ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างซึ่งคำนี้ทำให้เกิดขึ้น ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยในการสร้างกฎเพื่อการวิเคราะห์และการถอดความ

3 ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ความหมายของคำ เพื่อเข้าใจความหมายของประโยค

4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำในภาษาอื่นที่มีความหมายเท่ากัน ถ้าเป็นการแปลระบบ Transfer ก็จะเป็นคำของคู่ภาษาที่ต้องการแปล ถ้าเป็นระบบ Interlingual ก็จะเทียบคำคู่ไว้กับภาษากลาง

3.4 เนื้อหาของ ED

ใน ED ต้องการรายละเอียดมากกว่าพจนานุกรมสำหรับมนุษย์ ดังได้กล่าวแล้ว Prof. Nagao ได้รวบรวมไว้ในการบรรยายใน International Symposium on Electronic Dictionaries เมื่อวันที่ 24-25 พฤศจิกายน 1988 ที่โตเกียวว่า เนื้อหาของ ED ซึ่งละเอียดที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จะมีดังนี้

1 entry word - ตัวคำที่จะบรรจุลงไป

2 morphological separation - การแยกคำ

3 different spelling, abbreviation - ตัวสะกดที่อาจสะกดได้มากกว่า 1 แบบ หรือตัวย่อของคำ

4 geographical regions used - คำที่ใช้เฉพาะท้องถิ่น เช่น เสื่อ-สาด

5 inflections - การผันของคำหรือการเปลี่ยนรูปคำตามไวยากรณ์

6 pronunciations - การออกเสียงคำ

7 part of speech - ชนิดของคำตามหน้าที่ในประโยค

8 frequency count, degree of importance - ความถี่ในการใช้คำ หรืออาจเป็นความสำคัญของคำในโครงสร้าง

9 formal/colloquial, old/modern, standard/dialectic, not recommendable to use - บอกลักษณะของคำว่าใช้ในสถานที่เป็นทางการหรือเป็นภาษาพูด เป็นภาษาโบราณหรือไม่ เป็นภาษามาตรฐานหรือไม่ หรือเป็นภาษาที่ไม่ควรใช้

10 specific field used (field code) - คำศัพท์ที่ใช้เฉพาะสาขาวิชา รวมทั้งจะต้องมีสาขาวิชากำหนดไว้ด้วย

11 definitions (word meanings) historical explanation - การอธิบายความหมายและประวัติของคำ

12 grammatical structures that the entry word enforces - โครงสร้างทางไวยากรณ์ที่คำๆ นั้นจะปรากฏ

13 case frames (for verb), modifier-modified - ความสัมพันธ์ของคำกริยากับคำอื่นๆ ในประโยค หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวขยายและตัวถูกขยาย

14 modality (tense, aspect, mood), volition - ความหมายเฉพาะของคำกริยาที่อาจบ่งถึงเวลา ความสมบูรณ์ของการกระทำ การแสดงเนื้อความของคำกริยา หรือมาลา เช่น แสดงความบอกเล่าหรือปฏิเสธ แสดงความคิดเห็น แสดงความคาดหมาย แสดงความมั่นใจหรืออื่นๆ

15 usage patterns, usage examples - โครงสร้างและตัวอย่างของการใช้

16 idioms, idiomatic expressions - สำนวน

17 collocations - การเกิดร่วมของคำในประโยค คำบางคำไม่เกิดร่วมกับคำทั่วไป แต่จะเกิดได้เฉพาะกับคำบางคำเท่านั้น เช่น ผีสาง เขียวขจี

18 thesaurus information (upper/lower concept words, synonyms, antonyms, related words) ข้อมูลการจัดกลุ่มของคำตามความหมาย รวมทั้งคำที่อยู่ใน concept เดียวกัน คำเหมือน หรือคำต่าง คำที่เกี่ยวข้องกัน เป็นต้น

19 citations of example phrases with historical references - ตัวอย่างวลีพร้อมกับประวัติของการใช้

20 translations - การแปล

21 grammatical structures that the translated work enforces - โครงสร้างทางไวยากรณ์ที่คำปรากฏ

22 usage patterns of translated words - แบบแผนการใช้คำแปล

23 derivation - การสืบเนื่องของคำ

24 information sources, references to the information context - แหล่งข้อมูลหรือการอ้างอิงถึงเนื้อหาของข้อมูล

25 reliability, tentativeness of the entry information (usually in terminology databanks) - ความน่าเชื่อถือหรือการใช้เพียงชั่วคราวสำหรับข้อมูลของคำ โดยเฉพาะคำที่เป็นศัพท์เทคนิค

26 record of updating of entry information (date, lexicographer's name) - การบันทึกวันที่ปรับปรุง และชื่อผู้ปรับปรุง

3.5 โครงสร้างของ ED

ED ของ EDR ประกอบด้วย "word entry" และ "concept word" Word entry ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

1) headword ซึ่งเป็นการแสดงรูปพื้นของ concept

2) concept ซึ่งถูกแทนโดย headword

3) ลักษณะทางไวยากรณ์ซึ่งจำเป็นสำหรับคำเพื่อแสดง concept

Concept ซึ่งแทนด้วยคำนั้นจะมีคำอธิบายเป็นประโยค เพื่อให้มนุษย์สามารถเข้าใจความแตกต่างของแต่ละ concept ประโยคที่ใช้อธิบาย concept นี้เรียกว่า headconcept และใช้เป็น headword ใน concept entry และแต่ละ concept entry จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง concept 2 concept ซึ่งความสัมพันธ์นี้อาจอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างคำกริยากับคำอื่นๆ ความสัมพันธ์เป็น แบบเหตุผลหรืออื่นๆ

สำหรับ Concept Dictionary นั้น เป็นตัวแทนความหมายรูปลึกหรือระดับ concept และแต่ละ concept จะติดต่อเกี่ยวพันกับ concept อื่นๆ ความสัมพันธ์ระหว่าง concept จะต้องรวมอยู่ใน Concept Dictionary ด้วย ความสัมพันธ์นั้นอาจเป็นความสัมพันธ์แบบ case หรือการก เช่น agent หรือผู้กระทำ object หรือผู้ถูกกระทำ เป็นต้น หรือเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ เช่น เป็นเหตุ-ผล ลำดับเหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ของความหมาย เช่น ส่วนย่อยในส่วนรวม ความสัมพันธ์บอกบทบาท ความถี่ จำนวน หรือความสัมพันธ์แสดงความเป็นเจ้าของ เป็นต้น ความสัมพันธ์ของ concept ต่างๆ อาจแสดงได้ดังนี้ (รูป CHAI4)

4. การดำเนินงานในโครงการพจนานุกรมเพื่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์

โครงการพัฒนาพจนานุกรมเป็นโครงการย่อยโครงการหนึ่งในโครงการการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ระบบกลางหรือ Interlingua MT เมื่อศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ได้เซ็นสัญญาความร่วมมือทำวิจัยการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์กับ CICC ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของกระทรวง MITI ประเทศญี่ปุ่น ในปี 2530 แล้ว โครงการพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์จึงได้เริ่มดำเนินการในปี 2531 โดยทีมงานประกอบด้วยนักวิจัยเต็มเวลา 3 คน และนักวิจัยไม่เต็มเวลาอีก 5 คน ซึ่งเป็นอาจารย์จากภาควิชาภาษาและสังคม ภาควิชาคณิตศาสตร์ และภาควิชาคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์หรือ ED เพื่อช่วยในการแปลภาษาโดยใช้ระบบกลางหรือ Interlingua MT ทั้งนี้พจนานุกรมจะมีศัพท์ทั่วไปและศัพท์เทคนิค การดำเนินงานของโครงการจัดเป็นลำดับได้ดังนี้

4.1 ศึกษา Interlingua MT

การศึกษา Interlingua MT นั้น นอกจากจะได้ไปฝึกอบรมและประชุมระยะสั้นๆ กับทีมงานญี่ปุ่น ณ ประเทศญี่ปุ่นและไทยแล้ว ยังได้ทำการค้นคว้าในหมู่ผู้ร่วมงานเอง โดยทั้งจากการอ่านวารสารและหนังสือที่เกี่ยวข้อง และจากการฟังอภิปรายหรือบรรยาย ณ สถาบันการศึกษาหลายแห่ง แล้วนำความรู้ถ่ายทอดให้ผู้ร่วมงานในสถาบันเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจระบบของ Interligua MT ดียิ่งขึ้น

โครงสร้างของระบบแปลภาษาของ MITI

(ปรับปรุงจากวารสารเทคโนโลยี ฉบับที่ 82 เดือนกันยายน-เดือนตุลาคม 2531)

Input sentence : ประโยคจากภาษาต้นฉบับที่จะถูกป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแปล

Pre-editing : เตรียมข้อความในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์จะเข้าใจและดำเนินงานได้ก่อน จะพิมพ์เข้าไปในระบบ เช่น การแบ่งประโยคในข้อความภาษาไทย

Morphological analysis : วิเคราะห์คำ แบ่งคำจากประโยคต้นฉบับที่ถูกป้อนเข้ามา พิจารณาส่วนประกอบคำ ดูคำหลักหรือคำประกอบและอื่นๆ

Syntax analysis : วิเคราะห์ประโยค ความสัมพันธ์ของคำในประโยค โดยใช้กฎเกณฑ์ทางไวยากรณ์เพื่อกำหนดชนิดของโครงสร้างของประโยค

Semantic analysis : วิเคราะห์ความหมายของประโยค โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของความหมายของคำในประโยค อาศัยข้อมูลทางด้านภาษาศาสตร์และความรู้นอกกฎเกณฑ์ทางภาษาศาสตร์

Context analysis : วิเคราะห์ข้อความ โดยพิจารณาความเกี่ยวเนื่องของใจความ ดูโครงสร้างของเนื้อความทั้งหมด พิจารณาความเกี่ยวข้องของประโยคข้างเคียง เพื่อดึงเอาภาษากลาง (Interlingua) ออกมา โดยคำนึงถึงโครงสร้างของความหมาย

Sentence style selection : เลือกรูปแบบของประโยคในภาษาเป้าหมาย โดยพิจารณาถึงความกลมกลืนของเนื้อความ

Syntax generation : สังเคราะห์โครงสร้าง โดยเปลี่ยนโครงสร้างในภาษากลางให้เป็นลักษณะโครงสร้างในภาษาเป้าหมาย และจัดเรียงลำดับคำด้วย

Morphological generation : สังเคราะห์คำ โดยเปลี่ยนคำ ผันคำ หรือเพิ่มคำให้ถูกต้องตามไวยากรณ์ของภาษาเป้าหมาย

Post-editing : ตรวจแก้ไขส่วนต่างๆ ของประโยคเป้าหมาย ที่ระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถจะแปลได้อย่างถูกต้อง

Knowlwdge Base หรือ Dictionary : ส่วนฐานความรู้ซึ่งเป็นข้อมูลในการทำงานทุกระดับ

4.2 ศึกษาส่วนประกอบของข้อมูลหลักของคำใน ED

จากการศึกษาระบบที่กล่าวมาข้างต้น การเก็บข้อมูลของคำแต่ละคำแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 3 ส่วนดังนี้

4.2.1 ส่วนที่บ่งคำ คือรายละเอียดเกี่ยวกับคำเช่น พยางค์ ตัวสะกด headword หรือคำสืบเนื่อง (derivation) และรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบอื่นๆ ของคำ

4.2.2 ส่วนที่บ่งความหมาย ขั้นพื้นผิว ซึ่งหมายถึงโครงสร้างของประโยค ในส่วนนี้เป็นรายละเอียดระดับโครงสร้าง ประกอบด้วยชนิดของคำ ความสัมพันธ์ของคำตามไวยากรณ์ ชนิดของกริยาที่จะเกิดกับคำ มีการกำหนดโครงสร้างรูปพื้นผิวกับรูปลึกซึ่งจะใกล้ทางด้านความหมายลึก และลักษณะของกริยาช่วยและ คำประกอบอื่นๆ

4.2.3 ส่วนที่บ่งความหมาย รูปลึกของคำ โดยพิจารณาจากสภาพแวดล้อมของคำและประโยคบ่ง concept ของคำ มีกรอบของความหมายรูปลึกของคำซึ่งดึงออกมาเป็นภาษากลาง (Interlingua) ซึ่งอาจใช้โค้ดใดเป็นตัวแทนก็ได้ Interlingua นี้มีโครงสร้างแบบ network ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง concept ต่างๆ ดังได้กล่าวไว้ในส่วนประกอบของ ED

4.3 ศึกษาและวิเคราะห์ระบบภาษาไทย

เมื่อได้ศึกษาและเข้าใจระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ใน Interlingua MT และเข้าใจส่วนประกอบหลักของ ED แล้ว นักวิจัยจึงพยายามประยุกต์เข้ากับภาษาไทย โดยระยะแรกได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับภาษาไทย รวมทั้งตำราต่างๆ เกี่ยวกับไวยากรณ์ไทย เพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของภาษาไทย โดยในระยะแรกนี้เน้นสำหรับ ED เพื่อนำไปใช้ถอดความจาก Interlingua เป็นภาษาไทย เพราะความต้องการในการแปลภาษาในระยะแรกจะมุ่งแปลภาษาอื่นมาเป็นภาษาไทยก่อน ตำราและงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยทั้งหลายนั้น ต่างเสนอแนวคิดด้านการวิเคราะห์ระบบภาษาไทยแตกต่างกัน นักวิจัยต้องใช้เวลาศึกษาวิเคราะห์โดยละเอียด แล้วจึงตกลงกำหนดระบบภาษาไทยขึ้นเพื่อใช้กับงานนี้ หัวข้อของการศึกษาระบบภาษาไทยมีดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างคำในภาษาไทย คือหาตำแหน่งที่เกิดของคำประเภทต่างๆ และหาคำที่เกิดใกล้เคียงหรือคำที่เกิดร่วมด้วย ในที่นี้ได้มีการวิเคราะห์คำประเภทต่างๆ 5 ประเภท คือ คำบ่งชี้ คำลงท้าย คำลักษณะนาม คำสรรพนาม คำสันธาน และได้สรุปไว้ดังตัวอย่างเช่น

คำบ่งชี้ จะปรากฏหลังคำที่มีตัวมันขยายซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นคำนามหรือคำกริยา เช่น ปากกานี้เป็นของฉัน

คำลักษณะนาม มีตำแหน่งที่เกิด 2 ตำแหน่ง คือ เกิดหลังคำบอกจำนวนนับ เช่น นก 2 ตัว และเกิดหลังคำนามได้ทันที เช่น ดอกไม้ดอกนี้สวย ซึ่งลักษณะนามแบบนี้จะเกิดร่วมกับคำบ่งชี้เสมอ

4.3.2 การกำหนดประเภทของคำในภาษาไทย (Thai Categories) ซึ่งในระยะแรก ได้กำหนดประเภทคร่าวๆ ก่อน และได้นำไปปรึกษาหารือกับนักวิจัยไทยที่ร่วมทำงานอยู่กับนักวิจัยญี่ปุ่น ในที่สุดได้กำหนดประเภทของคำออกเป็น 14 ประเภทใหญ่ และแต่ละประเภทใหญ่ยังมีประเภทย่อย (Sub-categories) อีกมากมาย

ประเภทใหญ่ของคำ ประกอบด้วย คำนาม (N) คำสรรพนาม (PRON) คำกริยา (V) คำกริยาช่วย (AUX) คำคุณศัพท์ (ADJ) คำบ่งชี้ (DET) คำวิเศษณ์ (ADV) คำลักษณะนาม (CLASS) คำบุพบท (PREP) คำสันธาน (CONJ) คำอุทาน (INT) คำอุปสรรค (FIXN) คำลงท้าย (END) คำปฏิเสธ (NEG)

ตัวอย่างของประเภทย่อย เช่น ประเภทย่อยของนามมีดังนี้

1 NON คือ คำนามรูปปกติ ประกอบด้วย

NPRP คือ วิสามัญนาม เช่น กรุงเทพฯ ประเทศไทย มานะ

NCNM คือ คำนามบอกตัวเลข เช่น หนึ่ง สอง ร้อย ครึ่ง

NONM คือ คำนามบอกลำดับ เช่น ที่หนึ่ง ที่เท่าไร ที่สุดท้าย

NALN คือ คำนามทำหน้าที่วิเศษณ์ เช่น วันอาทิตย์ วันนี้ เมื่อก่อน

NAJN คือ คำนามทำหน้าที่คุณศัพท์ เช่น ส่วนมาก ส่วนใหญ่

NLBL คือ ตัวเลข เช่น 1, 2, 3

NCMN คือ คำสามัญนาม เช่น หนังสือ อาคาร แมว รองเท้า

2 NOP คือ คำนามที่สร้างขึ้นด้วยอุปสรรค (Prefix)

NPRE คือ คำนามอุปสรรค เช่น การทำงาน ความขยัน การเดินทาง

ประเภทย่อยของคำกริยา ได้แก่

VNLV คือ คำกริยาที่มีรูปเหมือนคำนาม เช่น ชื่อ อายุ ราคา

VADJ คือ คำกริยาที่มีรูปเหมือนคำคุณศัพท์ เช่น สวย ใหญ่ ลำบาก

VEQU คือ คำกริยาที่แสดงความเหมือนหรือเท่า เช่น เป็น คือ ได้แก่

V คือ คำกริยาอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น เช่น วิ่ง ให้ บรรยาย

4.3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของคำในประโยค (Thai Case) ในที่นี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคำนามกับคำนาม คำนามกับคำกริยา คำนามกับคำขยาย คำกริยากับคำขยาย คำขยายกับคำขยาย คำขยายกับประโยค และอนุประโยคกับอนุ

ประโยค ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้สำหรับพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคำในประโยคในแง่ความหมาย เพื่อสร้างโครงสร้างรูปลึกของประโยค การศึกษานี้อาศัยหลักการของ Case Grammar ของ Fillmore ในเบื้องต้น และได้ขยายความสัมพันธ์ออกไปโดยดูแนวทางการวิเคราะห์ Case ของทีมงานญี่ปุ่น และได้พยายามกำหนด CASE แต่ละ Case ให้ละเอียด แยกออกจากกันได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น โดยปัจจัยที่นำมากำหนด Case คือ

ประเภทของคำกริยา และผลของคำกริยาต่อผู้อื่น

ประเภทของคำนามและตำแหน่งที่ปรากฏในประโยค

ความหมายของคำนาม

นักวิจัยได้ปรึกษาและตกลงกันระหว่างผู้ร่วมงาน และได้กำหนด Case ขึ้น 37 แบบ ตัวอย่างเช่น

AGT คือ ผู้ทำอาการที่มีชีวิตทั้งคนและสัตว์ รวมถึงกลุ่มบุคคลหรือองค์กรต่างๆ ด้วย อาการที่เกิดขึ้นนั้นอาจจะกระทบกระเทือนผู้อื่นหรือสิ่งอื่นหรือไม่ก็ได้ (คือหลังคำกริยาอาจมีกรรมหรือไม่มีกรรมก็ได้) และอาการที่เกิดขึ้นนั้นอาจเป็นการกระทำในจิตใจโดยไม่ต้องแสดงกริยาท่าทางให้เห็น (mental act) ในประโยคความเดียว AGT จะปรากฏในตำแหน่งประธานของประโยคเสมอ ในประโยคซับซ้อน AGT อาจจะปรากฏในตำแหน่งประธานของประโยคที่สอง หรือปรากฏในตำแหน่งประธานของทั้งสองประโยคก็ได้ เช่น

รัฐบาลแถลงนโยบายวันนี้

สุดาสอนฉันเต้นรำ

ฉันบอกเธอว่ารัฐบาลยุบสภาแล้ว

2 MODIFIER I (MOD I)

MOD I คือคำวิเศษณ์ขยายคำกริยาทุกประเภทปรากฏในตำแหน่งหลังคำกริยา หรือหลังกรรม ตัวอย่างเช่น

เขาชอบมะม่วงมาก

เขาอ้วนมาก

3 CONJUNCTION (CONJ)

CONJ คือ คำหรือกลุ่มคำที่ทำหน้าที่เชื่อมคำ วลี หรืออนุประโยคเข้าด้วยกัน ส่วนใหญ่คือคำสันธาน เช่น

แดงและน้อยชอบบอุ่น

ถ้าเขามีความสุข ฉันก็ยินดีด้วย

4.3.4 วิเคราะห์และกำหนดแบบโครงสร้างของประโยคในภาษาไทย (Thai Verb Pattern) ได้โดยพิจารณาการแบ่งประโยคของ AS Hornby ใน Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English ก่อน แล้วประยุกต์แบบอย่างการแบ่งนี้กับภาษาไทย ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

Verb Pattern (VP) คือ แบบโครงสร้างของประโยคที่เกิดขึ้นได้ในภาษา แบบโครงสร้างนี้จะแสดงว่าประโยคแต่ละแบบจะประกอบด้วยคำหรือกลุ่มคำประเภทใดบ้าง และมีลำดับอย่างไร คำประเภทที่สำคัญที่สุดที่กำหนดให้ภาษามีแบบโครงสร้างประโยคที่แตกต่างกัน คือ คำกริยา โดยคำกริยาแต่ละตัวจะเป็นตัวกำหนดว่าจะต้องมีคำประเภทใดนำหน้าหรือตามหลังมาบ้าง จึงจะเกิดเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้ และเนื่องจากคำกริยาเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบอื่นนี้เอง แบบโครงสร้างของประโยคจึงเรียกว่า Verb Pattern

ความสำคัญของ VP ต่อการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ VP มีความสำคัญต่อ MT ทั้งในด้าน analysis และ generation ซึ่งจะได้กล่าวถึงตามลำดับดังนี้

ด้าน analysis

หลังจากขั้นตอนการตัดคำและหาคำกริยาซึ่งคือ predicate ของประโยคแล้ว การพิจารณา VP ของคำกริยานั้นก็เพื่อมาเปรียบเทียบกับประโยค input ถ้าโครงสร้างของประโยคตรงกันก็เป็นการยืนยันว่าคำกริยานั้นคือ predicate ที่ถูกต้องของประโยคนั้น ประโยชน์ของ VP ในขั้นตอนนี้ คือจะช่วยลดความกำกวมในแง่ของคำหลายๆ หน้าที่ เช่น คำบางคำเป็นได้ทั้งคำนาม คำกริยา คำวิเศษณ์ หรือคำคุณศัพท์ เป็นต้น และหน้าที่ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นก็คือ VP จะเป็นตัวบอกว่า MAPS ของคำกริยานั้นคืออะไร

MAPS คือการบอกความสัมพันธ์ของคำกริยากับคำที่อยู่หน้าและหลังคำกริยานั้นๆ ทั้งในด้านโครงการสร้างผิว syntax และโครงสร้างลึก semantic ซึ่งก็คือ case นั่นเอง

VP และ MAPS ของคำกริยาแต่ละตัวเป็นสิ่งที่คู่กันเสมอ คำกริยาแต่ละตัวอาจจะเกิดได้ในหลาย VP และ VP ที่แตกต่างกันจะทำให้เกิด MAPSที่ต่างกันไปด้วย VP จะนำไปสู่ MAPS ซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างขั้น syntax กับ semantic ซึ่งจะนำไปสู่ Interlingua ต่อไป

ด้าน generation

ในด้าน generation ก็มีการทำงานในลักษณะที่ย้อนกลับด้าน analysis คือ เมื่อรู้ MAPS ของคำกริยาที่เป็น predicate ก็จะรู้ VP ของคำกริยานั้นในภาษาเป้าหมาย เมื่อรู้ VP ก็คือรู้แบบโครงสร้างของประโยคซึ่งจะทำให้เครื่องสามารถเรียงลำดับคำ หรือกลุ่มคำหลักๆ สร้างขึ้นเป็นประโยคได้อย่างถูกต้อง

ขณะนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ TVP ใน 2 ด้านคือ

1 ศึกษาแบบโครงสร้างของประโยคในภาษาไทยว่ามีแบบใดบ้าง โดยในขั้นตอนแรกได้ศึกษาแบบโครงสร้างของประโยคสามัญ (simple sentence) ซึ่งแบ่งได้เป็น TVP ใหญ่ทั้งหมด 8 TVP และเป็น TVP ย่อย 27 TVP

TVP1 - TVP4 เป็น VP ของคำกริยาประเภทอกรรมกริยา เช่น TVP1 มี syntax คือ S+V

TVP5 - TVP6 เป็น VP ของคำกริยาประเภทสกรรมกริยา เช่น TVP5A มี syntax คือ S+V+N

TVP7 เป็น VP ของคำกริยาประเภททวิกรรม เช่น VP7A มี syntax คือ S+V+N(DO)+prep+N(IO)

TVP8 เป็น VP ของคำกริยาประเภทที่มีอนุประโยคตามหลังได้ เช่น TVP8Aa มี syntax

คือ S+V+COMP"ว่า"+CLAUSE เป็นต้น

ขั้นตอนต่อมาซึ่งกำลังศึกษาอยู่ก็คือแบบโครงสร้างของประโยคซับซ้อน (complex sentence) และแบบโครงสร้างของคำกริยา ซึ่งสามารถเกิดติดต่อกันได้หลายตัวในประโยค ซึ่งถือได้ว่าเป็นลักษณะพิเศษของภาษาไทย \

2 ศึกษาคำกริยาในภาษาไทย โดยใช้ขั้นต้นจัดกลุ่มคำว่าเป็นคำกริยาอกรรม สกรรม หรือทวิกรรม หรืออาจเป็นได้มากกว่า 1 ประเภท จากนั้นจึงหา TVP ของคำกริยาแต่ละตัวว่าเกิดได้ใน TVP อะไรบ้าง หรืออาจเกิดได้ใน TVP ใหม่อย่างไรบ้าง

ได้กำหนด Thai Verb Patterns ไว้เป็น 8 โครงสร้างใหญ่ และ 27 โครงสร้างย่อย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

TYP 2

TVP นี้คือ VP ของคำกริยาอกรรมที่ต้องตามด้วยบุพบทวลี

โครงสร้างย่อย

TVP 2 A

TVP นี้คือ TVP 2 ที่ต้องตามด้วยบุพบทวลีบอกสถานที่ คำหลังกริยา "ไป" หรือ "มา" อาจปรากฏก่อนบุพบทวลีได้

SYNTAX : S+V (post verb "ไป" "มา") + PP

SYNTAX : S+V (post verb "ไป" "มา") + PP/NCMN

EX. มดแดงกรูจากรัง
เพื่อนเตร่ไปที่ริมน้ำ
เด็กๆ ชุลมุนหน้าโรงเรียน

Verbs : ประจำ พำนัก อยู่ กลับ ขึ้น etc.
(คำกริยาใน VP นี้เป็นคำกริยาแสดงอาการซึ่งอาจมีหรือไม่มีการเคลื่อนไหวก็ได้)

TVP นี้เป็น VP ของคำกริยาสกรรม คือกริยาที่ต้องมีนามวลีตามหลังเสมอ

โครงสร้างย่อย

TVP 5A

ใน VP นี้ นามวลีที่ตามหลังกริยาไม่ใช่กรรมตรงของกริยา ดังนั้นจึงกลับเป็น passive voice ไม่ได้

SYNTAX : S+V+N

EX. สุดาเหมือนพี่สาวฉัน
ขนมราคา 10 บาท
นิดไปตลาด
ใบไม้กลายสี

Verbs : เท่า ดัน กว้าง จุ กระทบ ก่าย กระซิบ ฉลอง กระดาก เหม็น etc

TVP 5B

ใน VP นี้ นามวลีที่ตามหลังคำกริยาเป็นกรรมตรงของกริยา จึงสามารถกลับประโยคเป็น passive voice ได้

SYNTAX : S+V+N

EX. แม่ค้ากวนสับปะรด

นิดสานกระบุง
แม่ชอบผลไม้

Verbs : ตัด กิน ต่อ ปลูก จ้อง อยาก กลัว เบื่อ etc

4.3.5 กำหนดข้อมูลของคำใน ED (ED Fields)

ในเบื้องแรกนี้นักวิจัยได้พยายามศึกษาว่า คำชนิดใดควรมีข้อมูลใดบ้าง และได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมดไว้ดังนี้

ในขั้นคำ ควรมี ตัวสะกด รวมทั้งบ่งว่าขึ้นต้นด้วยสระหรือพยัญชนะ

คำประกอบด้วยพยางค์กี่พยางค์

คำสืบเนื่อง เช่น โอน โอนเอน

การออกเสียงแทนด้วย IPA

เป็นคำหลักหรือคำประกอบ

ในขั้นประโยค ควรมี ประเภทของคำ เช่น นาม (NOUN) สรรพนาม (PRONOUN) และประเภทย่อยของคำ เช่น สามานยนาม (COMMON NOUN) วิสามานยนาม (PROPER NOUN)

พจน์ เช่น เอกพจน์ พหูพจน์

คำขยายกริยาที่ใช้กับลักษณะของกริยาประเภทต่างๆ เช่น สูง, อย่างเต็มใจ

โครงสร้างคำกริยา เช่น TNP 1, TVP2A

ลักษณะการของคำกริยา ใน STATIVE VERB เช่น สวย หรือ ACTION VERB เช่น เดิน พูด

ลักษณะของความตั้งใจในการเกิดของคำกริยา เช่น ล่วงหน้า หรือลักษณะของความไม่ตั้งใจ เช่น ตาย

ความสัมพันธ์ทางวากยสัมพันธ์และอรรถศาสตร์ของคำกริยาและคำนามที่ปรากฏในประโยค เช่น กริยา "ดี" จะมีความสัมพันธ์คือมีประธานเป็นผู้กระทำ และมีกรรมตรงเป็นผู้ถูกกระทำ
(SUB=AGT, DOB=OBJ)

ประเภทของคำของ entry word ที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น คำว่า "ฉัน" ซึ่งอาจหมายถึง คำสรรพนามบุรุษที่ 1 หรือกริยากินเป็นราชาศัพท์ที่ใช้กับพระ จะต้องบ่งไว้ว่า "ฉัน" ใช้ในความหมายแรกมากกว่า

ในขั้นความหมายลึก ควรมี กลุ่มของคำตามความหมาย (Word Hierarchy)

คำภาษากลางซึ่งจะมีความสัมพันธ์ติดอยู่ด้วย

4.3.6 การโค้ดคำ (Word Codeing) ในการให้ความหมายของคำ จะต้องให้เป็นโค้ด เพื่อให้คอมพิวเตอร์เข้าใจความหมายนั้นๆ ดังนั้นนักวิจัยได้ศึกษาระบบการโค้ดในการให้ความหมายที่คณะทำงานญี่ปุ่นได้กำหนดไว้ และได้ศึกษากลุ่มของคำ (Word Hierarchy) ซึ่งได้แบ่งไว้เป็นกลุ่มๆ ตามความหมาย ทั้งนี้นักวิจัยได้ทดลองให้ความหมายไว้ประมาณ 500 คำ

ตามแผนงานซึ่งได้กำหนดไว้ในโครงการนั้น คำศัพท์ที่โค้ดเสร็จแล้วเหล่านี้จะได้นำไปทดลองใช้ในการเขียนกฎการสังเคราะห์ภาษาไทย และทดลองใช้กับโปรแกรมการแปลภาษาของระบบ VENUS แต่เนื่องจากมีเหตุขัดข้องบางประการในการส่งเครื่องมือ และซอฟต์แวร์จากประเทศญี่ปุ่นมายังประเทศไทย ทำให้การทดลองไม่สามารถจะทำได้ในปี

แรกนี้ ดังนั้นการโค้ดคำทั้งหมดจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าประสบสำเร็จหรือไม่ ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ หรือวิธีการโค้ดควรเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอย่างไร

4.3.7 สรุปข้อคิดเห็นในการดำเนินการของโครงการสำหรับการดำเนินการในปีแรก ผลงานของโครงการยังไม่สามารถแสดงออกมาในลักษณะรูปธรรมได้มากนัก เนื่องจากเหตุขัดข้องหลายประการดังนี้

1 โครงการเกิดขึ้นจากสัญญาความร่วมมือระหว่างประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น แต่นักวิจัยของทั้งสองประเทศมีความสามารถและมีจุดยืนที่แตกต่างกันมาก นักวิจัยของไทยเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยซึ่งเพิ่งเริ่มศึกษาด้าน MT และมีความต้องการ ส่วนนักวิจัยของญี่ปุ่นเป็นพนักงานบริษัทเอกชนซึ่งทำงานด้าน MT มานานกว่า 10 ปี สิ่งที่นักวิจัยญี่ปุ่นต้องการคือข้อมูลภาษาไทยที่สามารถนำไปใช้กับระบบ MT ของตนได้ ดังนั้นการแลกเปลี่ยนความรู้จึงอยู่ในลักษณะที่ไม่สอดคล้องกัน นักวิจัยของไทยไม่สามารถเรียนรู้ระบบการทำงานของ MT จากนักวิจัยญี่ปุ่นได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากขัดกับข้อบังคับในการรักษาความลับของบริษัท แต่ในขณะเดียวกันนักวิจัยญี่ปุ่นก็ต้องการเรียนความรู้ทางภาษาไทยจากนักวิจัยไทยให้มากที่สุด ซึ่งนักวิจัยไทยก็ไม่เต็มใจ ดังนั้นการแลกเปลี่ยนความรู้จึงตั้งอยู่บนรากฐานของความไม่ไว้วางใจกัน

2 นักวิจัยไทยต้องพยายามศึกษาด้าน MT โดยทั่วไปและ MT ระบบ VENUS ที่ญี่ปุ่นไปด้วยตนเอง ประกอบกับยังมีความรู้พื้นฐานด้าน MT น้อย ในระยะแรกจึงยังไม่สามารถอุทิศเวลาให้กับการปฏิบัติการวิจัยได้อย่างจริงจังมากนัก

3 ในปัจจุบัน ยังไม่มีการวิเคราะห์ระบบภาษาไทยซึ่งสามารถนำมาใช้กับ MT ได้โดยตรง นักวิจัยต้องดัดแปลงและปรับปรุงข้อมูลการวิเคราะห์ภาษาไทยที่มีอยู่ให้สอดคล้อง ทั้งยังต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลบางประการขึ้นใหม่ เช่น ลักษณะโครงสร้างของประโยค (Verb Pattern) ซึ่งมีความจำเป็นต่อการแปลมาก การศึกษาวิเคราะห์เหล่านี้เป็นการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลทั้งหมดของภาษาไทย จึงต้องใช้เวลามาก ดังนั้นจึงไม่สามารถวางรูปแบบของพจนานุกรมได้ในทันที

4 การประสานงานระหว่างโครงการย่อยทุกโครงการในโครงการ MT ยังไม่เพียงพอ แต่ละโครงการย่อยดำเนินงานตามวิธีการของตน งานจึงไม่สอดคล้องกันและซ้ำซ้อน ทำให้การประสานเข้าเป็นงานชิ้นใหญ่เป็นไปด้วยความยากลำบาก

5 มีปัญหาความขัดแย้งด้านนโยบาย และการบริหารระหว่างฝ่ายไทยและฝ่ายญี่ปุ่นเกิดขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากการไม่ไว้วางใจกันของผู้บริหารทั้ง 2 ฝ่าย และความไม่เข้าใจกันในด้านการสื่อสาร จึงทำให้ความพยายามที่จะร่วมมือกันทำงานเพื่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหยุดชะงักเป็นช่วงๆ เป็นผลให้งานวิจัยไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

6 เนื่องจากปัญหาเกิดขึ้นในการส่งเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่จะใช้ในโครงการจากฝ่ายญี่ปุ่น และการรับอุปกรณ์เหล่านี้ของฝ่ายไทย โครงการย่อยแต่ละโครงการจึงไม่สามารถนำผลการศึกษาค้นคว้ามาทดลองใช้ได้ ดังนั้นจึงไม่อาจทราบได้ว่าผลการค้นคว้าจะประสบความสำเร็จเพียงใด ซึ่งเป็นเหตุให้นักวิจัยขาดแรงจูงใจและสิ่งเร้าให้เร่งทำงาน

4.3.8 แผนงานในอนาคตของโครงการ ในปลายปี 2532 คาดว่าเครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่นจะสามารถนำเข้ามาติดตั้งได้สำเร็จ นักวิจัยจะทดลองใช้คำศัพท์ที่โค้ดไว้ใน ED เพื่อปรับปรุงแก้ไขและโค้ดคำเพิ่มขึ้น ซึ่งการนี้จะทำให้เกิดความร่วมมืออย่างใกล้ชิดในระหว่างโครงการย่อย เพื่อจะได้มีการสาธิตผลงาน สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างภาษาไทยหรือ Verb Pattern นั้น โครงการยังได้ดำเนินการต่อจากปีที่ผ่านมา โดยศึกษาการเกิดของคำกริยาในประโยคแบบต่างๆ ซึ่งปรากฏในบทความหรือข้อเขียนทั้งหลาย โดยใช้วิธีการทางด้านคอมพิวเตอร์มาช่วย เพื่อจะได้สนับสนุน Verb Pattern ซึ่งกำหนดไว้และขยาย Verb Pattern ให้ละเอียดยิ่งขึ้น นอกจากนั้น โครงการยังมีแผนงานที่จะเริ่มทำงานทางด้านศัพท์เทคนิคเช่นเดียวกับศัพท์ทั่วไปด้วย

5 บทสรุป

ความตื่นตัวในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแปลภาษา ทำให้งานประมวลผลธรรมชาติ (Natural Language Processing) ได้รับความสนใจกว้างขวางขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำงานภาษาในด้านต่างๆ การศึกษาวิจัยในด้านนี้ก่อให้เกิดความก้าวหน้าทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สำหรับฮาร์ดแวร์ เครื่องมือจะได้รับการพัฒนาให้มีหน่วยความจำที่ใหญ่โตขึ้นและฉลาดมากพอที่จะทำงานกับระบบภาษาทั้งระบบ ส่วนซอฟต์แวร์นั้น เทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์จะได้รับการค้นคว้าให้ลึกซึ้งขึ้น เพื่อใช้สอนให้เครื่องเข้าใจภาษาธรรมชาติได้ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด นอกจากนั้นงานทางด้าน MT จะทำให้เกิดการศึกษาวิเคราะห์วิจัยทางด้านภาษาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ความรู้ทางภาษาที่จะเป็นหลักเกณฑ์ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผลดังกล่าวนี้ บุคลากรไทยจึงสมควรให้ความสนใจกับ MT มากขึ้น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการวิเคราะห์วิจัยอย่างกว้างขวาง ซึ่งจะทำให้นักวิจัยไทยมีความสามารถนำคอมพิวเตอร์มาประมวลผลภาษาไทยได้ทัดเทียมกับประเทศอื่น และจะทำให้ภาษาไทยได้รับการพัฒนาให้เป็นระบบที่มีหลักเกณฑ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

นิตยา กาญจนะวรรณ (2529) ; รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาโครงสร้างภาษาไทยเพื่อใช้ในระบบการแปลภาษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์, คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ยืน ภู่วรวรรณ (2531-2532) ; เอกสารประกอบการบรรยายในวิชา Computational Linguistics ณ ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล อิศริยา ครองอำแพง และปัทมาวดี โพชนกูล "ระบบแปลภาษาไทย-ญี่ปุ่นด้วยคอมพิวเตอร์ "วารสารเทคโนโลยี ฉบับที่ 82 เดือนกันยายน-ตุลาคม 2531

Electrotrchnical Laboratory (1989) ; Lists of Hierarchy of Relations, Hierarchy of Attributes and Hierarchy of Modality, CICC

Hornby, A.H. (1974) ; Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English;

Japan Electronic Dictionary Research Institute, Ltd. (1988) ; Technical

Report on Concept Dictionary (Version 1) (1988) ; Technical

Report on Word Dictionary (Version 2)

Nagao,Makoto (1988) ; "Taxonomy, Content and Construction of Electronic

Dictionaries" in Manuscripts and Program of International Symposium on Electronic Dictionary, November 24-25, 1988; Tokyo, Japan

3. เนื้อหาต้นฉบับเอกสารทดสอบที่ 3

Title:การสร้างเครื่องต้นแบบระบบไอซียูมอนิเตอร์ขนาด 4 เตียง

Construction and Development of ICU Monitoring System For 4 Patients

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง สถาบัน
ประภากร สุวรรณะ
พิชัย ดูศิริวานิชกร

การโมนิเตอร์ผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักถือได้ว่าเป็นวิธีการที่จำเป็นอย่างหนึ่ง เพื่อช่วยให้การดูแลผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนักมีประสิทธิภาพมากที่สุด เทคนิคของการโมนิเตอร์แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบที่ใช้โมนิเตอร์ข้างเตียงผู้ป่วย (Bedside Monitoring System) และระบบที่มีสถานีกลาง(Central Monitoring System) งานวิจัยและพัฒนานี้เน้นในการออกแบบสร้างระบบมอนิเตอร์ที่สถานีกลาง โดยจะนำสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากผู้ป่วยที่โมนิเตอร์ข้างเตียง มาแสดงที่ระบบมอนิเตอร์สถานีกลาง พร้อมกันทั้ง 4 เตียงบนจอมอนิเตอร์ โดยส่วนหน้าทางด้านซ้ายของจอ จะแสดงรูปสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ ส่วนทางด้านขวาจะแสดงตัวเลขอัตราการเต้นของหัวใจ โดยที่รูปสัญญาณหัวใจใช้ระบบให้สัญญาณไปที่ขดลวดหักเหของหลอดภาพ และตัวเลขอัตราการเต้นของหัวใจและค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ดีไม่เกิดการกระพริบ และจากการพัฒนาต้นแบบขึ้นมาได้นี้ สามารถใช้งานได้เทียบเท่ากับของต่างประเทศ

1. บทนำ

งานวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบ ระบบไอซียู มอนิเตอร์ขนาด 4 เตียงนี้ ได้ออกแบบและสร้างระบบมอนิเตอร์ที่สถานีกลาง ซึ่งเป็นเครื่องแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ระบบมอนิเตอร์ข้างเตียงมาแสดงบนจอมอนิเตอร์ที่สถานีกลางพร้อมกันทั้ง 4 เตียง เพื่อให้แพทย์และพยาบาลสามารถติดตามอาการของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่องและทันท่วงที ซึ่งในรายงานนี้ จะกล่าวตั้งแต่หลักการวัดสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากร่างกายจนกระทั่งได้นำสัญญาณนี้มาแสดงบนจอมอนิเตอร์

2. หลักการของการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เครื่องตรวจแสดงคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ เป็นเครื่องมือไฟฟ้าทางการแพทย์ที่สำคัญในการตรวจวินิจฉัยอาการผิดปกติของหัวใจในผู้ป่วยโรคหัวใจ หรือผู้ป่วยหนักที่การรู้ลักษณะการทำงานของหัวใจตลอดเวลา จะทำให้การช่วยชีวิตเป็นไปได้ทันท่วงที

สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (Electro Cardib Gram, ECG) เป็นศักดาไฟฟ้าที่วัดได้จากร่างกาย ซึ่งเกิดจากการทำงานของหัวใจ จะมีลักษณะดังรูป 1 และมีความสัมพันธ์กับการทำงานของหัวใจ คือ

สัญญาณ P เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนบน
สัญญาณ Q,R,S เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนล่าง
สัญญาณ T เกิดจากการคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนล่าง
สัญญาณ U ไม่ทราบสาเหตุการเกิด

สัญญาณไฟฟ้าหัวใจวัดได้มีศักดาไฟฟ้าในช่วง 0.5 ถึง 5 มิลลิโวลท์ มีความถี่ในช่วง 0.5 ถึง 200 เฮิรทซ์ และแรงดันไฟฟ้าบ้านสามารถเหนี่ยวนำเข้ามารวมกับสัญญาณหัวใจได้ เราจึงต้องใช้ภาคขยายที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ และสามารถกำจัดสัญญาณที่เหนี่ยวนำจากแรงดันไฟบ้านได้ด้วย เมื่อผ่านวงจรขยายภาคแรกแล้ว จะได้ขนาดของสัญญาณประมาณ 1 โวลท์

ในการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ผ่านการขยายแล้วนี้ ถ้าใช้ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) จะเห็นเป็นจุดเคลื่อนที่ช้าๆ ไม่สามารถแสดงสัญญาณได้ชัดเจน วิธีแสดงผลแบบมาตรฐานจึงใช้กระดาษกราฟที่มีเส้นในแนวนอนและแนวตั้ง ช่วงละ 1 มิลลิเมตรมีเส้นหนักทุก 5 มิลลิเมตร เวลาตามเส้นแนวนอน/ 1 มิลลิเมตรคือ 0.04 วินาที, 5 มิลลิเมตร คือ 0.2 วินาที ศักดาไฟฟ้าถูกวัดตามเส้นแนวตั้ง 10 มิลลิเมตร/ 1 มิลลิโวลท์ ในการพล็อตกราฟ ปากกาจะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งตามในแนวตั้งตามศักดาไฟฟ้าที่วัดได้ ขณะที่กระดาษเคลื่อนที่ตามแนวนอนด้วยความเร็วในการบันทึก 25 มิลลิเมตรต่อวินาที

การแสดงสัญญาณบนกระดาษกราฟ สามารถเห็นรูปสัญญาณได้ชัดเจน แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายกับกระดาษกราฟโดยไม่จำเป็น เพราะเรามักไม่สนใจสัญญาณที่เกิดผ่านไปเป็นเวลานานมากๆ จึงมีการแสดงสัญญาณบนจอภาพ เพื่อให้เห็นเหมือนกระดาษกราฟ

3. วิธีแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. ใช้ออสซิลโลสโคปที่จอภาพมีการจางหายช้า วัดแบบออสซิลโลสโคปธรรมดาที่ความถี่ต่ำจะเห็นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่เป็นจุดเคลื่อนที่เป็นเส้นได้ หลักการทำงานแสดงดังในรูป 2 วิธีนี้ในสมัยก่อนใช้กันมาก ราคาของจอภาพค่อนข้างแพงและหายาก

2. ใช้มอนิเตอร์ (T.V. Mointor) แสดงสัญญาณ โดยการนำสัญญาณที่วัดได้มาผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) บันทึกลงในหน่วยความจำ (Memory) โดยการแซมปลิ้งสัญญาณบางส่วน จากนั้นจึงอ่านค่าที่เก็บไว้มาแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อก และแปลงเป็นสัญญาณวิดีโอ (Video) แสดงออกทางมอนิเตอร์ ซึ่งจะเห็นภาพเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเหมือนภาพจากกระดาษกราฟ มีหลักการทำงานดังรูป 3 วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถเลือกใช้จอภาพได้หลายขนาด โดยไม่เปลี่ยนแปลงการทำงานของส่วนอื่น และสามารถแสดงรูปคลื่นสัญญาณบนจอภาพได้พร้อมกับตัวอักษรหรือภาพอื่นๆ ได้ เพราะสร้างภาพด้วยวิธีเดียวกัน

ทางแผนกชีวอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการวิจัยค้นคว้าและสร้างเครื่องตรวจแสดงสัญญาณจากร่างกายโดยใช้วิธีนี้ คือ ครื่องสิรินธร 021 เป็นมอนิเตอร์ข้างเตียง (Bed-side Monitor) และสิรินธร 081 เป็นมอนิเตอร์ศูนย์กลาง (Central Monitor) ซึ่งมีการแสดงตัวอักษรบอกอัตราการเต้นของหัวใจด้วย วิธีการนี้ได้รับเส้นไม่ต่อเนื่องเพราะกระพริบ

3. ใช้ออสซิลสโคปแสดงสัญญาณ โดยการแปลงสัญญาณที่วัดได้เป็นดิจิตอลเก็บไว้ในหน่วยความจำ และแบ่งสัญญาณทั้งหมดในหน่วยความจำให้เป็นอนาล็อก เพื่อให้ได้รูปสัญญาณที่มีความถี่สูง และเห็นต่อเนื่องเหมือนกระดาษกราฟ และแสดงบนจอออสซิลโลสโคปธรรมดา หลักการทำงานแสดงในรูป 4

ข้อดีของวิธีนี้คือ แสดงรายละเอียดของสัญญาณที่เก็บไว้ได้ครบถ้วน แต่ขนาดของจอมีขนาดใหญ่ ราคาแพง ซึ่งแก้ไขได้โดยใช้จอโทรทัศน์ จะเสียค่าใช้จ่ายน้อยลง

จากโครงการวิจัยนี้ จึงเริ่มงานวิจัยโดยนำเอาจอคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง ซึ่งแสดงสัญญาณไฟฟ้าของหัวใจที่ผ่านการขยายแล้วพร้อมกัน 4 ช่อง มีการแสดงตัวอักษรบอกอัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละช่องแยกกัน โดยดัดแปลงจอมอนิเตอร์ให้ทำงานแบบออสซิลโลสโคป เพื่อแสดงสัญญาณไฟฟ้าของหัวใจสลับกับการสร้างภาพแบบโทรทัศน์ เพื่อแสดงตัวหนังสือ โดยแสดงสลับกันอย่างรวดเร็วจนเห็นเป็นภาพเดียว ซึ่งหมายความว่าในการแสดงภาพที่เห็นบนจอ 1 ภาพจะต้องกวาดภาพ (scan) จากบนลงล่าง 2 ครั้ง

สำหรับเครื่องที่ทำขึ้นนี้ ยังไม่มีวงจรที่ใช้ในการวัดสัญญาณจากร่างกาย โดยสัญญาณหัวใจนั้น จะต้องผ่านการขยายมาก่อน จนมีขนาดประมาณ 1 โวลท์ และสามารถรับสัญญาณได้ 4 ช่องพร้อมๆ กัน รูปแบบการทำงานของเครื่อง Concatenate with the preceding string ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6

รูปที่ 5 และ 6 แสดงลักษณะภาพจากการหักเหของลำอิเล็กตรอนเหมือนออสซิลโลสโคป 4 ช่อง แบบอัลเทอเนท แต่ละช่องประกอบด้วย

(1) เส้นแสดงไฟฟ้าหัวใจ สัญญาณภาพจะสว่างตลอด

(2) บริเวณราสเตอร์ เป็นเส้นตรงในแนวตั้ง สัญญาณภาพจะมีทั้งมืดและสว่าง เพื่อให้เห็นเป็นตัวหนังสือ

(3) เส้นสะบัดกับในแนวนอน สัญญาณภาพจะมืดตลอด และเพื่อให้สัญญาณแต่ละช่องปรากฏบนจอภาพในตำแหน่งต่างกัน จะมีการเพิ่มแรงดันไฟตรงให้กับสัญญาณในแต่ละช่อง สำหรับคาบเวลาในการแสดงส่วนต่างๆ จะเป็นดังนี้

เส้นแสดงสัญญาณที่แปลงจากหน่วยความจำ 824 ไบท์ (Byte) ไบท์ละ 4 ไมโครวินาที (us) เป็นเวลาทั้งหมด 3296 ไมโครวินาที

บริเวณราสเตอร์ ประกอบด้วย เส้นเทรซคาบเวลา 8 ไมโครวินาทีและเส้นสะบัดกลับคาบเวลา 8 ไมโครวินาทีอย่างละ 128 เส้น เป็นเวลา 2048 ไมโครวินาที ดังนั้นเส้นเทรซในแนวนอน จึงมีคาบเวลา 5344 ไมโครวินาที

เส้นสะบัดกลับในแนวนอน มีคาบเวลา 896 ไมโครวินาที ดังนั้นคาบเวลาในการแสดงสัญญาณแต่ละช่อง จึงเป็น 6240 ไมโครวินาที

ในการแสดงภาพหนึ่งภาพ ประกอบด้วยสัญญาณ 4 ช่อง จึงใช้เวลา 24960 ไมโครวินาที หรือมีการมองเห็นภาพกระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40.06 ภาพ/วินาที แต่ตาของมนุษย์จะมีการจดจำภาพไว้ได้ชั่วขณะ จึงมองเห็นภาพที่กระพริบนี้มีลักษณะต่อเนื่อง

4. การแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) นิยมแสดงในหน่วยครั้งต่อนาที สำหรับเครื่องมือที่นิยมใช้ มีหลักการวัดหลายแบบ เช่น การนับจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจในช่วงเวลาคงที่ ซึ่งจะต้องใช้เวลานานพอที่จะทำให้การวัดถูกต้อง เช่น ครึ่งนาที จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในห้องผู้ป่วยหนัก หรือวิธีที่ปรับปรุงโดยดูความถี่ของจำนวนครั้งที่วัดได้ ทำให้ใช้เวลาน้อยลง หรือแปลงความถี่ที่วัดได้เป็นค่าเฉลี่ยในรูปโวลเตจ แล้ววัดด้วยโวลท์มิเตอร์ (Volt Meter) เป็นต้น อีกวิธีที่เราจะใช้ในที่นี้ คือ การวัดช่วงเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง (beat to beat) นำมาคำนวณเป็นอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าที่วัดได้จึงแสดงผลทุกครั้งที่มีการเต้นของหัวใจ ในกรณีที่หัวใจเต้นเร็ว ช่วงเวลาจะสั้นมาก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าที่แสดงในช่วงนี้ จะอ่านผลได้ยาก เราจึงใช้วิธีวัดช่วงเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจ 4 ช่วง มาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งนอกจากจะให้การเปลี่ยนค่าอยู่ในช่วงเวลาที่ช้าลง จนอ่านผลได้ง่ายแล้ว ยังลดความผิดพลาดที่เกิดจากสัญญาณรบกวน ซึ่งอาจถูกตรวจจับเป็นสัญญาณหัวใจได้

การคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจ จากช่วงเวลาดังกล่าวหาได้จากสมการ

อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที) = (4 x 60) / เวลาที่ใช้ (วินาที)

การวัดช่วงเวลาในที่นี้ ใช้วงจรนับ (Counter) นับพัลซ์ (Pulse) ที่มีคาบเวลาคงที่ 0.00312 วินาที เราจึงได้สมการใหม่เป็น

อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) = (4 x 60) / จำนวนที่นับได้จากวงจรนับ x 0.00312

เราจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับจำนวนที่นับได้จากวงจรนับ เราจึงคำนวณค่าดังกล่าวเก็บไว้ในหน่วยความจำ (EPROM) แล้วต่อแอดเดรสกับวงจรนับ ให้แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจให้สัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวงจรนับ เป็นจำนวนเต็ม 3 หลัก

5. การแสดงตัวหนังสือ

ด้วยวิธีสร้างภาพแบบโทรทัศน์ คือ การควบคุมความสว่างในบริเวณราสเตอร์ เราสามารถแสดงตัวหนังสือได้ตามรูปแบบในรูป 7 รหัส 5 บิท ด้านบน คือ รหัสของตัวหนังสือ (Character Code) ที่เก็บไว้ในคาแรคเตอร์ เจนเนอเรเตอร์ (Character Generator) ตัวหนังสือแต่ละตัวจะประกอบด้วยข้อมูล 16 x 32 จุด หรือ 64 ไบท์ จึงต้องมีการกำหนดแอดเดรสสำหรับข้อมูลแต่ละไบท์เพิ่มขึ้นอีก 6 เส้น (บิทต่ำ) จากนั้นการอ่านค่าข้อมูลออกมาจะใช้ชิพท์รีจิสเตอร์ (Shift Register) รูป 8 แสดงข้อมูลในคาแรคเตอร์ เจนเนเรอเตอร์ เปรียบเทียบกับราสเตอร์

จะเห็นว่าเส้นเทรซ 1 เส้น จะแสดงสัญญาณภาพ 4 ไบท์ หรือ 32 บิทจากคาแรคเตอร์ เจนเนอเรเตอร์ และจะแปลงสัญญาณในช่วงสะบัดกลับ ดังนั้นในช่วงสะบัดกลับนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแอดเดรส ชิพรีจิสเตอร์จะให้สัญญาณมืดในช่วงสะบัดกลับเอง สำหรับข้อมูลในคาแรคเตอร์ เจนเนเรอเตอร์ บิทที่เป็น 1 จะให้สัญญาณภาพสว่าง บิทที่เป็น 0 จะให้สัญญาณมืด

ตัวอักษรแต่ละตัวจะต้องการพาสเตอร์ 16 เส้นขณะที่สร้างราสเตอร์สำหรับแสดงตัวหนังสือ แต่ละช่องเป็น 128 เส้น ดังนั้นจึงสามารถแสดงตัวหนังสือได้ 8 ตัว ต่อ 1 ช่อง (ตามสัญญาณที่ถูกส่งมาให้คาแรคเตอร์ เจนเนเรเตอร์)

วงจรนับที่ใช้เป็นวงจรเลขฐานสอง 12 บิท สามารถให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 4095 ค่าที่ใช้ในการแสดงผล คือตั้งแต่ 256 แสดงค่าสูงสุด 300 ครั้งต่อนาที ถึง 4095 แสดงค่าต่ำสุด 19 ครั้งต่อนาที ถ้าวงจรนับได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255 จะแสดงรหัสบอกว่าอยู่นอกช่วงที่จะวัดได้

สัญญาณออกที่เราต้องการ คือ รหัส 4 บิท แทนสัญญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้

0000 แทน "0"

0001 แทน "1"

0010 แทน "2"

0011 แทน "3"

0100 แทน "4"

0101 แทน "5"

0110 แทน "6"

0111 แทน "7"

1000 แทน "8"

1001 แทน "9"

1110 แทน " " ใช้เป็นหลักร้อย เมื่อแสดงค่าที่น้อยกว่า 100

1111 แทน "-" ใช้แสดงว่าอยู่นอกช่วงที่วัดได้

หน่วยความจำมีสัญญาณออก 8 บิท แต่เราต้องการแสดงผล 3 หลัก จึงต้องเพิ่มแอดเดรสจากที่ต้องการสำหรับวงจรนับ 12 เส้น อีก 1 เส้นสำหรับเพิ่มอีก 4 บิท ในการแสดงผลให้ได้ 3 หลัก ดังนี้แอดเดรสเลือกหลักแสดงผล = 0 บิท 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0

หลักสิบ หลักร้อย

แอดเดรสเลือกหลักแสดงผล บิท 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0

ไม่ใช้ หลักหน่วย

6. แผนผังแสดงระบบเครื่อง

7. สรุป

เป้าหมายของโครงการนี้เพื่อผลิตต้นแบบของเครื่อง Central Monitor แสดงข้อมูลของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากเตียงผู้ป่วย 4 เตียง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ซึ่งได้รับตามเป้าหมาย แต่ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้ทดลองจริงๆ ได้ เนื่องจากตัวเครื่อง Bedside ยังไม่ได้ทำ ซึ่งขอรวมโครงการทั้งหมดไปแล้ว แต่ให้เฉพาะทำเครื่อง Central Monitor แต่ระบบนี้ดัดแปลงมาจากข้อเสียของโครงการที่ได้รับจากเครื่อง "สิรินธร 081" โดยทำการปรับปรุงแก้ไขเฉพาะส่วนแสดงผลของสัญญาณ ซึ่งก็ได้รับตามที่คาดหมายไว้ คือ ทำให้แสดงสัญญาณภาพต่อเนื่องได้ไม่กระพริบ

ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกี่ยวกับการซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง ซึ่งบางรายการก็หาใบสำคัญซื้อของมาเบิกไม่ได้ และตัวอุปกรณ์ IC บางตัวในท้องตลาดไม่มี ต้องรอสั่งประมาณ 2-3 เดือน ทำให้งานล่าช้าไป และบุคลากรที่จ้างในงานนี้หายาก เพราะจะต้องจ่ายเงินเดือนตามระเบียบราชการ คือ เดือนละประมาณ 30,000 บาท ซึ่งน้อยไป

ภาคผนวก ค.

ตารางคำหยุด

ตารางคำหยุด

(ยืน ภู่วรวรรณ และวิวรรธน์ อิ่มอารมณ์, 2529)

ID	คำ
00001	ที่
00002	การ
00003	เป็น
00004	ได้
00005	จะ
00006	ใน
00007	มี
00008	ไม่
00009	ก็
00010	ของ
00011	ให้
00012	ว่า
00013	ไป
00014	และ
00015	มา
00016	ความ
00017	ประ
00018	นี้
00019	ทำ
00020	คน
00021	ผู้
00022	กัน
00023	แล้ว
00024	แต่
00025	จาก

ภาคผนวก ง.

คำสั่งในการทำงานของโปรแกรมตัดแยกคำ SWATh

Swath Manual

Swath (Smart Word Analysis for **Thai**) is a word segmentation program for Thai. It provides three different algorithms; Longest Matching, Maximal Matching and Bigram Model which are described in [1, 2]. Swath can support utf8 and accept four types of input file which are text format, LaTex, RTF and HTML.

Author: Paisarn Charoenpornsawat

http://www.links.nectec.or.th/~yai

USAGE

swath [mule|-v] [-b "wordseperator"] [-d wordsegdatadir] [-f html|rtf|lat ex|lambda|winlatext|maclatex] [-m long|max|bi|bip] [-l] [-help] < inputfile > outputfile

Option mule : for mule

Option -v : verbose mode

Option -b : user define a word seperator

Option -d : set a new data path (containing *.tri files)

Option -f : specify a format of an input file

html : html file

rtf : rtf file

latex : laTex file

lambda : An input and output are same as latex but only word break strings are ^^^^^^^^200c

winlatex : laTex file shaping on Windows

maclatex : laTex file shaping on Macintosh

Option -m : choose an algorithm of word segmentation

long : longest matching algorithm

max : maximal matching algorithm

bi : bigram algortihm without part-of-speech tag

bip : bigram algortihm with part-of-speech tag (described in [3])

Option -l : line processing(effect only in a bigram algo.)

Option -help: Help

Example

To display help.

swath –help

To input file an output file (inputfile.txt and outputfile are an input file and output file, respectively)

swath < inputfile.txt > outputfile.txt

To use bigram alogirthm

swath –m bi < inputfile.txt > outputfile.txt

To use bigram alogirthm and also output Part-of-Speech Tags.

swath –m bip < inputfile.txt > outputfile.txt

ภาคผนวก จ.

ผลการทดสอบวัดระยะเวลาในการะประมวลผล

1. ระยะเวลาในการประมวลผลของโครงข่ายสำหรับการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ในการทดสอบ

จากการเลือกทดสอบโดยการเลือกใช้จำนวนพารามิเตอร์ 1 พารามิเตอร์ ได้ผลดังนี้

1.1 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.17% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	59.145 s	
network/train	M-function	10	57.183 s	
trainlm	M-function	20	57.153 s	
calcjej	M-function	6714	26.988 s	
calcjx	M-function	6714	24.110 s	
calcperf	M-function	12961	19.239 s	
plotperf	M-function	146	3.476 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	6714	2.463 s	
cell2mat	M-function	13528	1.793 s	
mse	M-function	12971	1.735 s	
setx	M-function	12951	1.601 s	
newff	M-function	10	1.131 s	

ภาพประกอบที่ ผก1 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด ในการทดสอบ

1.2 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	58.764 s	
network/train	M-function	10	56.802 s	
trainlm	M-function	20	56.762 s	
calcjejj	M-function	5102	23.739 s	
calcjx	M-function	5102	21.334 s	
calcperf	M-function	10252	20.081 s	
plotperf	M-function	115	2.695 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	5102	1.761 s	
mse	M-function	10262	1.613 s	
cell2mat	M-function	10304	1.320 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.192 s	
newff	M-function	10	1.142 s	

ภาพประกอบที่ ผก2 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด ในการทดสอบ

1.3 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	56.812 s	
network/train	M-function	10	54.810 s	
trainlm	M-function	20	54.719 s	
calcjejj	M-function	4610	23.733 s	
calcjx	M-function	4610	21.008 s	
calcperf	M-function	9261	20.286 s	
plotperf	M-function	105	2.812 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	4610	1.614 s	
cell2mat	M-function	9320	1.454 s	
mse	M-function	9271	1.340 s	
setx	M-function	9251	1.221 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.140 s	
newff	M-function	10	1.121 s	

ภาพประกอบที่ ผก3 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด ในการทดสอบ

1.4 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	80.846 s	
network/train	M-function	10	78.711 s	
trainlm	M-function	20	78.631 s	
calcjeji	M-function	6207	35.229 s	
calcperf	M-function	12464	32.585 s	
calcjx	M-function	6207	30.103 s	
plotperf	M-function	136	3.356 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	6207	2.264 s	
cell2mat	M-function	12514	2.124 s	
mse	M-function	12474	1.861 s	
setx	M-function	12454	1.390 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.213 s	
newff	M-function	10	1.172 s	

ภาพประกอบที่ ผก4 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด ในการทดสอบ

1.5 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	120.423 s	
network/train	M-function	10	118.409 s	
trainlm	M-function	20	118.339 s	
calcjejj	M-function	8169	51.110 s	
calcperf	M-function	16342	46.948 s	
calcjx	M-function	8169	43.349 s	
plotperf	M-function	175	4.350 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8169	3.025 s	
cell2mat	M-function	16438	2.613 s	
setx	M-function	16332	2.475 s	
mse	M-function	16352	2.254 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16338	1.752 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16338	1.382 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.183 s	
newff	M-function	10	1.163 s	

ภาพประกอบที่ ผก5 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 1 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ในการทดสอบ

2. ระยะเวลาในการประมวลผลของโครงข่ายสำหรับการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ในการทดสอบ

2.1 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.27% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	81.497 s	
network/train	M-function	10	79.454 s	
trainlm	M-function	20	79.363 s	
calcjejj	M-function	9019	38.163 s	
calcjx	M-function	9019	33.882 s	
calcperf	M-function	17959	28.110 s	
plotperf	M-function	191	4.978 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9019	3.094 s	
cell2mat	M-function	18138	2.851 s	
mse	M-function	17969	2.762 s	
setx	M-function	17949	2.054 s	
newff	M-function	10	1.173 s	

ภาพประกอบที่ ผก6 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด ในการทดสอบ

2.2 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.27% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	66.926 s	
network/train	M-function	10	64.895 s	
trainlm	M-function	20	64.815 s	
calcjejj	M-function	6034	30.517 s	
calcjx	M-function	6034	26.903 s	
calcperf	M-function	12125	24.006 s	
plotperf	M-function	135	3.595 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	6034	2.183 s	
cell2mat	M-function	12168	1.821 s	
mse	M-function	12135	1.702 s	
setx	M-function	12115	1.601 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.181 s	
newff	M-function	10	1.151 s	

ภาพประกอบที่ ผก7 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด ในการทดสอบ

2.3 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.27% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	113.743 s	
network/train	M-function	10	111.700 s	
trainlm	M-function	20	111.630 s	
calcjejj	M-function	9011	54.506 s	
calcjx	M-function	9011	46.716 s	
calcperf	M-function	18002	41.586 s	
plotperf	M-function	191	4.346 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9011	3.243 s	
cell2mat	M-function	18122	3.173 s	
mse	M-function	18012	2.802 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	18022	2.245 s	
setx	M-function	17992	2.233 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	18022	2.175 s	
newff	M-function	10	1.203 s	

ภาพประกอบที่ ผก8 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด ในการทดสอบ

2.4 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.36% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	131.599 s	
network/train	M-function	10	128.064 s	
trainlm	M-function	20	128.004 s	
calcjejj	M-function	9011	60.310 s	
calcjx	M-function	9011	50.476 s	
calcperf	M-function	18029	48.759 s	
plotperf	M-function	191	6.147 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9011	3.325 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	18022	2.942 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	18022	2.716 s	
cell2mat	M-function	18122	2.622 s	
mse	M-function	18039	2.563 s	
setx	M-function	18019	2.461 s	
newff	M-function	10	2.103 s	

ภาพประกอบที่ ผก9 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด ในการทดสอบ

2.5 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.45% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	147.843 s	
network/train	M-function	10	144.318 s	
trainlm	M-function	20	144.077 s	
calcjejj	M-function	9332	68.645 s	
calcjx	M-function	9332	55.881 s	
calcperf	M-function	18674	54.205 s	
plotperf	M-function	197	5.900 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	18664	3.969 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	18664	3.894 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9332	3.304 s	
cell2mat	M-function	18764	3.084 s	
mse	M-function	18684	2.781 s	
setx	M-function	18664	2.483 s	
newff	M-function	10	2.134 s	

ภาพประกอบที่ ผก10 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 2 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ในการทดสอบ

3. ระยะเวลาในการประมวลผลของโครงข่ายสำหรับการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ในการทดสอบ

3.1 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.36% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	73.756 s	
network/train	M-function	10	71.672 s	
trainlm	M-function	20	71.622 s	
calcjejj	M-function	8040	34.761 s	
calcjx	M-function	8040	30.986 s	
calcperf	M-function	16000	24.547 s	
plotperf	M-function	172	4.155 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8040	3.023 s	
cell2mat	M-function	16180	2.362 s	
mse	M-function	16010	2.065 s	
setx	M-function	15990	1.974 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.183 s	
newff	M-function	10	1.163 s	

ภาพประกอบที่ ผก11 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด ในการทดสอบ

3.2 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.36% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.80%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	66.135 s	
network/train	M-function	10	64.063 s	
trainlm	M-function	20	64.003 s	
calcjejj	M-function	5812	31.977 s	
calcjx	M-function	5812	27.614 s	
calcperf	M-function	11622	21.873 s	
plotperf	M-function	130	3.402 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	5812	1.792 s	
cell2mat	M-function	11724	1.731 s	
mse	M-function	11632	1.595 s	
setx	M-function	11612	1.383 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	11624	1.305 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	11624	1.232 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.191 s	
newff	M-function	10	1.171 s	

ภาพประกอบที่ ผก12 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด ในการทดสอบ

3.3 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.7% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	111.681 s	
network/train	M-function	10	109.668 s	
trainlm	M-function	20	109.557 s	
calcjejj	M-function	8455	54.952 s	
calcjx	M-function	8455	46.493 s	
calcperf	M-function	16927	39.249 s	
plotperf	M-function	180	4.279 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16910	3.283 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8455	2.992 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16910	2.913 s	
cell2mat	M-function	17010	2.791 s	
mse	M-function	16937	2.394 s	
setx	M-function	16917	2.223 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.161 s	
newff	M-function	10	1.131 s	

ภาพประกอบที่ ผก13 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด ในการทดสอบ

3.4 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.63% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	137.958 s	
network/train	M-function	10	135.937 s	
trainlm	M-function	20	135.847 s	
calcjejj	M-function	9012	69.109 s	
calcjx	M-function	9012	57.164 s	
calcperf	M-function	18012	47.086 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	18024	4.888 s	
plotperf	M-function	191	4.554 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	18024	4.112 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9012	3.063 s	
cell2mat	M-function	18124	2.888 s	
setx	M-function	18002	2.522 s	
mse	M-function	18022	2.502 s	
newff	M-function	10	1.181 s	

ภาพประกอบที่ ผก14 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด ในการทดสอบ

3.5 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.54% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	153.691 s	
network/train	M-function	10	151.669 s	
trainlm	M-function	20	151.619 s	
calcjejj	M-function	9012	80.172 s	
calcjx	M-function	9012	63.741 s	
calcperf	M-function	18019	53.937 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	18024	5.721 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	18024	5.040 s	
plotperf	M-function	191	4.106 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	9012	3.255 s	
cell2mat	M-function	18124	3.085 s	
mse	M-function	18029	2.761 s	
setx	M-function	18009	2.702 s	
dnetsum	M-function	36048	1.182 s	
newff	M-function	10	1.161 s	

ภาพประกอบที่ ผก15 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 3 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ในการทดสอบ

4. ระยะเวลาในการประมวลผลของโครงข่ายสำหรับการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ในการทดสอบ

4.1 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	65.384 s	
network/train	M-function	10	60.339 s	
trainlm	M-function	20	59.918 s	
calcjejj	M-function	7037	26.220 s	
calcjx	M-function	7037	22.923 s	
calcperf	M-function	14037	17.890 s	
plotperf	M-function	152	6.718 s	
newff	M-function	10	2.321 s	
cell2mat	M-function	14174	2.163 s	
plotperf/createNewPlot	M-subfunction	10	1.873 s	
mse	M-function	14047	1.782 s	

ภาพประกอบที่ ผก16 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด ในการทดสอบ

4.2 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.09% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	84.852 s	
network/train	M-function	10	82.794 s	
trainlm	M-function	20	82.754 s	
calcjejj	M-function	7085	41.646 s	
calcjx	M-function	7085	36.429 s	
calcperf	M-function	14164	28.629 s	
plotperf	M-function	154	3.745 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	7085	2.621 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	14170	2.392 s	
mse	M-function	14174	2.133 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	14170	2.132 s	
cell2mat	M-function	14270	2.115 s	
setx	M-function	14154	1.932 s	
newff	M-function	10	1.174 s	

ภาพประกอบที่ ผก17 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด ในการทดสอบ

4.3 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	110.449 s	
network/train	M-function	10	108.497 s	
trainlm	M-function	20	108.427 s	
calcjejj	M-function	8012	56.495 s	
calcjx	M-function	8012	46.811 s	
calcperf	M-function	16015	38.238 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16024	3.871 s	
plotperf	M-function	172	3.823 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16024	3.444 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8012	2.756 s	
cell2mat	M-function	16124	2.714 s	
mse	M-function	16025	2.273 s	
setx	M-function	16005	2.013 s	
newff	M-function	10	1.161 s	

ภาพประกอบที่ ผก18 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด ในการทดสอบ

4.4 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 79.20%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	130.427 s	
network/train	M-function	10	128.467 s	
trainlm	M-function	20	128.387 s	
calcjejj	M-function	8015	70.633 s	
calcjx	M-function	8015	54.894 s	
calcperf	M-function	16018	42.454 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16030	5.256 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16030	4.757 s	
plotperf	M-function	172	4.018 s	
cell2mat	M-function	16130	2.961 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8015	2.744 s	
mse	M-function	16028	2.364 s	
setx	M-function	16008	2.334 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.150 s	
newff	M-function	10	1.120 s	

ภาพประกอบที่ ผก19 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด ในการทดสอบ

4.5 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.45% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	151.077 s	
network/train	M-function	10	149.075 s	
trainlm	M-function	20	149.015 s	
calcjejj	M-function	8023	83.307 s	
calcjx	M-function	8023	63.591 s	
calcperf	M-function	16042	47.335 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16046	7.020 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16046	5.518 s	
plotperf	M-function	172	4.262 s	
cell2mat	M-function	16146	2.964 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8023	2.824 s	
mse	M-function	16052	2.466 s	
setx	M-function	16032	2.121 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.152 s	
newff	M-function	10	1.122 s	

ภาพประกอบที่ ผก20 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 4 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ในการทดสอบ

5. ระยะเวลาในการประมวลผลของโครงข่ายสำหรับการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ในการทดสอบ

5.1 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.27% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	66.706 s	
network/train	M-function	10	64.484 s	
trainlm	M-function	20	64.394 s	
calcjejj	M-function	8310	31.255 s	
calcjx	M-function	8310	27.339 s	
calcperf	M-function	16561	21.521 s	
plotperf	M-function	177	4.572 s	
cell2mat	M-function	16720	2.272 s	
mse	M-function	16571	2.143 s	
setx	M-function	16551	1.892 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8310	1.715 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.281 s	
newff	M-function	10	1.210 s	

ภาพประกอบที่ ผก21 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 1 โหนด ในการทดสอบ

5.2 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	100.885 s	
network/train	M-function	10	98.781 s	
trainlm	M-function	20	98.731 s	
calcjejj	M-function	8125	51.367 s	
calcjx	M-function	8125	43.669 s	
calcperf	M-function	16255	32.897 s	
plotperf	M-function	174	4.014 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16250	3.398 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16250	3.007 s	
cell2mat	M-function	16350	2.755 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8125	2.744 s	
mse	M-function	16265	2.596 s	
setx	M-function	16245	2.163 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.152 s	
newff	M-function	10	1.142 s	

ภาพประกอบที่ ผก22 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 2 โหนด ในการทดสอบ

5.3 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.45% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	119.081 s	
network/train	M-function	10	117.128 s	
trainlm	M-function	20	117.038 s	
calcjejj	M-function	8022	64.665 s	
calcjx	M-function	8022	51.856 s	
calcperf	M-function	16031	37.650 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	16044	4.735 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	16044	4.139 s	
plotperf	M-function	172	3.935 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	8022	3.114 s	
mse	M-function	16041	2.612 s	
cell2mat	M-function	16144	2.526 s	
setx	M-function	16021	2.074 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.190 s	
newff	M-function	10	1.130 s	

ภาพประกอบที่ ผก23 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 3 โหนด ในการทดสอบ

5.4 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	133.782 s	
network/train	M-function	10	131.820 s	
trainlm	M-function	20	131.749 s	
calcjejj	M-function	7417	76.887 s	
calcjx	M-function	7417	57.330 s	
calcperf	M-function	14848	39.038 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	14834	6.273 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	14834	5.224 s	
plotperf	M-function	161	3.787 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	7417	2.944 s	
cell2mat	M-function	14934	2.582 s	
mse	M-function	14858	2.385 s	
setx	M-function	14838	2.171 s	
newff	M-function	10	1.191 s	

ภาพประกอบที่ ผก24 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 4 โหนด ในการทดสอบ

5.5 จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด

ค่าความถูกต้องที่ได้ คือ ค่าความถูกต้องในการสอนเท่ากับ 89.18% และค่าความถูกต้องในการทดสอบเท่ากับ 80.00%

Filename	File Type	Calls	Total Time	Time Plot
train_nn_hidden_layer	M-function	1	143.937 s	
network/train	M-function	10	141.785 s	
trainlm	M-function	20	141.756 s	
calcjejj	M-function	7017	82.485 s	
calcjx	M-function	7017	60.591 s	
calcperf	M-function	14010	42.567 s	
calcjx/reprowint	M-subfunction	14034	7.162 s	
calcjx/reprow	M-subfunction	14034	5.950 s	
plotperf	M-function	153	4.234 s	
calcjx/repcol	M-subfunction	7017	2.517 s	
cell2mat	M-function	14134	2.475 s	
setx	M-function	14000	1.993 s	
mse	M-function	14020	1.952 s	
network/subsasgn	M-function	310	1.231 s	
newff	M-function	10	1.161 s	

ภาพประกอบที่ ผก25 แสดงระยะเวลาในการปะมวลโดยการเลือกใช้ 5 พารามิเตอร์ และจำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ในการทดสอบ