

## บทที่ 5

### การทดลอง

#### 5.1 วิธีการทดลอง

สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมคำศัพท์ที่จะใช้ในการทดลอง โดยแบ่งเป็นคำในกรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ ใช้ชุดข้อมูลของคำในภาษาอังกฤษ และคำทับศัพท์ที่ตรงกัน ซึ่งเป็นคำนามเฉพาะ คำศัพท์วิทยาศาสตร์ คำศัพท์คณิตศาสตร์ และคำศัพท์เคมี จำนวน 1,876 คู่ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย ได้ใช้ชื่อและชื่อสกุลทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่ตรงกันของนิสิต จำนวน 2,000 คู่ โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนั้นเป็นข้อมูลชุดเดียวกันกับการทดลองของทัศนวรรณ [13] (ดูตัวอย่างข้อมูลได้ที่ภาคผนวก ค) จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรหัสคำอ่านของแต่ละคำศัพท์ไว้เพื่อใช้ในการฝึกสอน และเพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกต้องเมื่อทำการทดลอง โดยการเข้ารหัสนั้นยังคงยึดหลักเกณฑ์ทางภาษาศาสตร์ใน [18] [19]

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลฝึก (Training Set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Test Set) ชุดข้อมูลฝึกจะถูกนำไปใช้ในการสอนนิรอลเน็ตเวิร์ก เพื่อสร้างตัวเข้ารหัสคำ แล้วใช้ตัวเข้ารหัสคำที่ได้มาเข้ารหัสคำให้กับข้อมูลทั้งหมด และสุดท้ายก็จะนำรหัสคำของชุดทดสอบไปทดสอบการค้นคืน และบันทึกผลที่ได้ต่อไป

เพื่อให้การทดลองไม่โน้มเอียงกับปัญหาในการแบ่งชุดข้อมูลระหว่างชุดข้อมูลฝึกกับชุดข้อมูลทดสอบ งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้วิธี K-fold Cross Validation [20] ซึ่งเป็นวิธีที่จะทำงานโดยการแบ่งชุดของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดออกเป็น K ส่วนย่อยๆ เท่าๆ กัน แล้วทำการทดลองทั้งหมดจำนวน K ครั้ง โดยในแต่ละครั้งของการทดลองนั้น จะทำการเลือกหนึ่งส่วนของข้อมูลขึ้นมาเป็นชุดข้อมูลทดสอบ ส่วนที่เหลืออีกจำนวน K-1 ส่วนจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในชุดฝึก จากนั้นนำผลการทดลองทั้งหมดที่ได้จากการทดลองทั้งหมดจำนวน K ครั้งมาหาค่าเฉลี่ย โดยในการทดลองนี้ได้แบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ โดยให้แต่ละส่วนมีค่าอยู่ประมาณ 400 คู่

ตารางที่ 5.1 จำนวนข้อมูลทั้งหมด และจำนวนข้อมูลในแต่ละชุดตามค่า K

กรณีการทดลอง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด (คู่)	ค่า K	จำนวนข้อมูลในแต่ละชุด (คู่)
คำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ	1876	4	469
คำอังกฤษทับศัพท์คำไทย	2000	5	400

สำหรับขบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วย การทดลองเพื่อหาจำนวนของนิรอนที่อยู่ในระดับชั้นชอนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการรู้จำในแต่ละโครงสร้างของภาษา ซึ่งจะมีอยู่ทั้งหมดด้วยกัน 4 โครงสร้าง คือ โครงสร้างสำหรับการเข้ารหัสคำไทย โครงสร้างสำหรับการเข้ารหัสคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย โครงสร้างสำหรับการเข้ารหัสคำอังกฤษ และ โครงสร้างสำหรับการเข้ารหัสคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ ประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองการค้นคืนข้ามภาษาใน 4 กรณีที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 โดยการทดลองในส่วนของการค้นคืนนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับข้อมูลที่เป็นการเข้ารหัสด้วยมือ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพสูงสุดที่เป็นไปได้ในการค้นคืนภาษา และได้ทดลองกับชุดข้อมูลที่เป็นการเข้ารหัสด้วยนิรอลตัวที่เรียนรู้ดีที่สุดเปรียบเทียบกัน โดยหัวข้อต่อไปนี้จะกล่าวถึงแต่ละการทดลอง และผลการทดลองที่ได้

## 5.2 การเข้ารหัสคำด้วยนิรอลเน็ตเวิร์ก

ในการใช้งานนิรอลเน็ตเวิร์กนั้น จำนวนนิรอนที่อยู่ในชั้นชอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการรู้จำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพื่อหาจำนวนนิรอนที่เหมาะสมโดยกำหนดจำนวนนิรอนต่างๆ กัน ซึ่งได้แก่ 10 50 100 150 และ 200 นิรอลตามลำดับ และในการทดลองนี้ได้กำหนดอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) ของการทดลองเป็น 0.005 ค่าโมเมนตัม (Momentum) เป็น 0.95 จำนวนรอบในการฝึก (Epochs) ของนิรอลเน็ตเวิร์กเท่ากับ 300 รอบในแต่ละการทดลอง และกำหนดส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมา คือ มีการกำหนดค่าอคติ (Bias Value) มีค่าเท่ากับ 1 และกำหนดให้ลำดับในการปรับสอน (Presentation Order) เป็นการสอนแบบเรียงลำดับข้อมูลสอน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.2 และ 5.3 ที่จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้จำนวนนิรอนในชั้นชอนเป็น 100 สำหรับคำอังกฤษ และ 200 สำหรับคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ จะให้ค่าแม่นยำเป็น 90.65% และ 98.28% ตามลำดับ และจากผลการทดลองในตารางที่ 5.4 และ ตารางที่ 5.5 จำนวนนิรอนที่ให้ค่าแม่นยำสูงสุดสำหรับทั้งคำไทย และคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย คือ 150 โดยให้ความแม่นยำเป็น 90.50% และ 97.30% ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าความแม่นยำในตารางเป็นค่าที่ได้จากการทดลองจากข้อมูลในแต่ละชุด

ตารางที่ 5.2 ความแม่นยำเมื่อใช้นิรอรนในชั้นชอนต่างๆ กันสำหรับข้อมูลค่าอังกฤษ

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	เฉลี่ย
10	84.93	84.96	84.29	84.75	84.73
50	89.69	89.91	89.52	89.72	89.71
100	90.57	90.29	90.51	90.65	90.51
150	90.12	90.05	90.24	89.84	90.06
200	89.97	90.28	90.02	89.62	89.97

ตารางที่ 5.3 ความแม่นยำเมื่อใช้นิรอรนในชั้นชอนต่างๆ กัน สำหรับค่าไทยทับศัพท์ค่าอังกฤษ

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	เฉลี่ย
10	92.25	91.47	91.49	92.18	91.85
50	97.28	97.68	97.33	97.57	97.47
100	97.59	97.76	97.70	97.73	97.70
150	98.01	98.10	98.12	98.13	98.09
200	98.13	98.28	98.12	98.28	98.20

ตารางที่ 5.4 ความแม่นยำเมื่อใช้นิรอรนในชั้นชอนต่างๆ กัน สำหรับข้อมูลค่าไทย

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)					
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	เฉลี่ย
10	86.79	87.32	87.12	86.81	86.88	86.98
50	89.51	89.12	89.72	88.55	89.88	89.36
100	89.48	89.91	89.76	89.68	89.90	89.75
150	89.87	90.50	90.04	90.11	89.94	90.09
200	88.17	87.76	87.54	88.90	87.95	88.06

ตารางที่ 5.5 ความแม่นยำเมื่อใช้นิรอรอนในชั้นชอนต่างๆ กันสำหรับค่าอังกฤษทับศัพท์คำไทย

จำนวนนิรอรอน ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)					
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	เฉลี่ย
10	92.61	92.89	92.90	92.86	92.47	92.75
50	96.97	96.50	96.87	96.52	96.85	96.74
100	96.85	96.71	96.85	96.44	96.79	96.73
150	97.23	97.10	97.30	97.06	97.21	97.18
200	96.71	96.50	96.13	96.51	96.70	96.51

ตารางที่ 5.6 สรุปค่าความแม่นยำสูงสุดเมื่อใช้จำนวนนิรอรอนในชั้นชอนต่างๆ กัน  
สำหรับข้อมูลค่าอังกฤษ และคำไทยทับศัพท์ค่าอังกฤษเทียบกัน

จำนวนนิรอรอน ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	
	ค่าอังกฤษ	คำไทยทับศัพท์ค่าอังกฤษ
10	84.96	92.25
50	89.91	97.68
100	90.65	97.76
150	90.24	98.13
200	90.28	98.28

ตารางที่ 5.7 สรุปค่าความแม่นยำสูงสุดเมื่อใช้จำนวนนิรอรอนในชั้นชอนต่างๆ กัน  
สำหรับข้อมูลคำไทย และค่าอังกฤษทับศัพท์คำไทยเทียบกัน

จำนวนนิรอรอน ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	
	คำไทย	ค่าอังกฤษทับศัพท์คำไทย
10	87.32	92.90
50	89.88	96.97
100	89.91	96.85
150	90.50	97.30
200	88.90	96.71

ตารางที่ 5.8 สรุปผลการเข้ารหัสคำจากนิรอลตัวที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า

คำศัพท์ ที่ใช้ในการทดลอง	ค่าความแม่นยำสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	
	ทัศนวรรณ	งานวิจัยนี้
คำอังกฤษ	74.42	90.65
คำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ	94.88	98.28
คำไทย	89.16	90.50
คำอังกฤษทับศัพท์คำไทย	93.68	97.30

### 5.3 วิเคราะห์ผลการทดลองการเข้ารหัสคำ

เมื่อนำผลการทดลองเปรียบเทียบในตารางที่ 5.8 มาวิเคราะห์พบว่านิรอลเน็ตเวิร์กที่ได้จากงานวิจัยนี้มีการรู้จำสูงขึ้นในข้อมูลทุกชุด ซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่าผู้ทดลองได้ทำการปรับเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง โดยเครื่องมือที่ใช้มีพารามิเตอร์ที่แตกต่างไปจากเดิม คือ ค่าอคติ ซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าดังกล่าวเป็น 1 สำหรับข้อมูลทั้ง 4 ชุดที่ใช้ในการทดลอง และลำดับข้อมูลที่ใช้สอนใช้แบบเรียงลำดับ

อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้ทดลองสังเกตเห็นในขณะที่ทำการทดลอง คือ คำที่ถูกเขียนในรูปแบบของคำภาษาไทย (คำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และคำไทยเอง) จะมีการกำหนดจำนวนของนิรอลในระดับชั้นข้อมูลเข้าจำนวนเท่ากับ  $61 \times 9 = 549$  นิรอล ซึ่งในจำนวน 61 เสียงนี้ผู้วิจัยพบว่ามีบางหน่วยเสียงไม่ได้ใช้งาน เนื่องจากคำในภาษาไทยจะต้องผ่านการประมวลผลเบื้องต้น จึงทำให้มี 7 หน่วยเสียงที่ไม่ได้ถูกใช้ คือ หน่วยเสียง ข ค ฤ ฦ ำ ไ และ ใ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองตัดหน่วยเสียงทั้ง 7 เสียงนี้ออก และลองทดสอบดูว่า นิรอลยังคงรู้จำและให้ความแม่นยำสูงหรือไม่

ดังนั้นจึงทำให้จำนวนนิรอลในระดับชั้นข้อมูลเข้าของคำที่เขียนในรูปแบบของคำภาษาไทย จากเดิมที่มีอยู่จำนวน 549 นิรอล จะเหลือเพียง 486 นิรอล (54 เสียง  $\times$  9 ตัวอักษรที่ใช้พิจารณา) ได้ผลการทดลองสำหรับคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษดังตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการตัดหน่วยเสียงที่ไม่ได้ใช้ไปสำหรับโครงสร้างของนิรอลเน็ตเวิร์กที่ข้อมูลเข้าเป็นภาษาไทยนั้น ไม่ได้ทำให้ความสามารถในการรู้จำลดต่ำลงแต่อย่างใด แต่ถ้ามองกลับกันในส่วนนี้ จะพบว่าช่วยให้ลดจำนวนการนำเข้าข้อมูลสำหรับการสอน และช่วยให้การคำนวณนั้นเร็วขึ้น ซึ่งตรงจุดนี้ น่าจะเป็นแนวทางของการทำวิจัยต่อไปได้ในอนาคต สำหรับการลดจำนวนของรหัสเสียงในคำภาษาไทย ที่มีเสียงที่คล้ายคลึงกัน



ตารางที่ 5.9 ความแม่นยำเมื่อใช้นิรอรลในชั้นชอนต่างๆ กันสำหรับข้อมูลค่าไทยทับศัพท์คำ  
อังกฤษ ที่มีการตัดหน่วยเสียงของข้อมูลขาเข้าที่ไม่ได้ใช้ออก

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	เฉลี่ย
10	91.98	92.42	92.71	91.71	92.21
50	96.82	96.73	96.91	96.93	96.85
100	97.71	97.79	97.72	97.66	97.72
150	98.07	98.10	98.13	97.91	98.05
200	97.58	97.72	97.70	97.70	97.68

ตารางที่ 5.10 ความแม่นยำสูงสุดเมื่อใช้นิรอรลในชั้นชอนต่างๆ กันสำหรับข้อมูลค่าไทยทับศัพท์  
คำอังกฤษ ก่อนและหลังการตัดหน่วยเสียงที่ไม่ได้ใช้ออก

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นชอน	ค่าความแม่นยำสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	
	ข้อมูลเข้า 61 เสียง	ข้อมูลเข้า 54 เสียง
10	92.25	92.71
50	97.68	96.93
100	97.76	97.79
150	98.13	98.13
200	98.28	97.72
ค่าความแม่นยำเฉลี่ย	96.82	96.66

#### 5.4 ผลการทดลองจากการค้นคืน

การทดลองกรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ ผู้วิจัยได้นำโครงสร้างของนิรอรลเน็ตเวิร์กตัวที่เรียนรู้ดีที่สุดมาใช้ในการเข้ารหัสคำ และหลังจากผ่านกระบวนการเข้ารหัสคำ ลบรหัสที่ไม่มีเสียงออก และจัดเรียงลำดับรหัสคำใหม่ ที่ได้อธิบายขั้นตอนไว้ในบทที่ 3 เรื่องการเข้ารหัสคำด้วยนิรอรลเน็ตเวิร์ก และบทที่ 4 เรื่องการค้นคืนข้ามภาษาโดยกระบวนการในส่วนนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 แบบ โดยการค้นคืนภาษานั้น จะนำคำแต่ละคำไปค้นคืนจากคำทั้งหมด แล้วตรวจสอบคำที่ถูกค้นคืนกลับออกมา ว่าเป็นคำเดียวกันเอง รวมถึงคำที่อยู่คู่กันข้ามภาษาหรือไม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกคำ แล้วคำนวณหาค่าความความเที่ยงคำเรียกคืน และตัววัด F1 ที่ระยะห่างของค่าความแตกต่างของรหัสคำ หรือค่าของ d ที่ใช้ในการ

ทดลองไม่เท่ากัน โดยการทดลองผู้วิจัยได้ทดลองกับค่า  $d$  ที่เท่ากับ 0 กล่าวคือ เป็นการทดลองที่ระยะห่างระหว่างรหัสคำเป็น 0 - หรือคือ รหัสคำทั้งสองต้องเหมือนกันทุกประการ (Exactly Matching) และยังทดลองกับค่า  $d$  ในค่าอื่นๆ อีกโดยมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 3

ในการทดลองผู้ทดลองได้ทำการทดลองกับรหัสคำที่ได้ทำการเข้ารหัสด้วยมือ ซึ่งรหัสคำนี้เป็นรหัสคำที่ถูกต้อง และใช้ในการสอนให้กับนิรอรลเน็ตเวิร์ก เปรียบเทียบกันกับรหัสคำที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการการเข้ารหัสคำด้วยนิรอรลเน็ตเวิร์ก จากนั้นได้ทำการสรุปผลการทดลองเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า ดังที่จะแสดงผลในตารางสรุปผลการทดลองต่อไป

ตารางที่ 5.11 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 1

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสด้วยมือ

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	97.40	93.12	95.22	98.54	90.95	94.59
1	75.44	99.44	85.79	83.09	97.70	89.80
2	54.55	100.00	55.45	52.08	99.60	68.40
3	14.74	100.00	25.70	29.93	99.88	46.04

ตารางที่ 5.12 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 2

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสด้วยมือ

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	97.70	93.04	95.31	98.73	91.10	94.76
1	78.07	99.33	87.43	83.97	97.00	90.01
2	42.40	99.97	59.55	53.64	99.20	69.63
3	16.66	100.00	28.57	30.89	99.78	47.17

ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 3

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสด้วยมือ

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	97.79	88.62	92.98	98.78	90.70	94.57
1	80.28	94.35	86.75	85.14	96.85	90.62
2	47.03	98.21	63.60	57.69	98.85	72.86
3	22.01	99.65	36.06	34.96	99.23	51.70

ตารางที่ 5.14 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 4

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสด้วยมือ

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	94.80	88.66	91.63	97.11	90.70	93.79
1	74.48	94.19	83.18	80.62	96.11	87.69
2	44.89	97.37	61.45	54.19	97.59	69.69
3	23.75	98.56	38.28	34.84	98.03	51.41

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบผลการค้นคืนทั้ง 4 แบบ (d=0) ด้วยข้อมูลจากการเข้ารหัสด้วยมือ

วิธีการ	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
งานวิจัยนี้ 1	97.40	93.12	95.22	98.54	90.95	94.59
งานวิจัยนี้ 2	97.70	93.04	95.31	98.73	91.10	94.76
งานวิจัยนี้ 3	97.79	88.62	92.98	98.78	90.70	94.57
งานวิจัยนี้ 4	94.80	88.66	91.63	97.11	90.70	93.79



ตารางที่ 5.16 ผลการทดลองจากการคั่นคืนในแบบที่ 1 ในกรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และ  
กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสด้วยนิรอรอลเน็ตเวิร์ก

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	96.65	73.16	83.28	98.49	83.78	90.54
1	72.54	90.67	80.60	83.00	95.60	88.85
2	37.23	97.68	53.92	52.14	98.83	68.27
3	14.73	99.57	25.67	29.83	99.73	45.92

ตารางที่ 5.17 การเปรียบเทียบผลของตัววัด F1 จากการคั่นคืนในแบบที่ 1  
กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของทัศนวรรณ ศูนย์กลาง

d	ทัศนวรรณ	งานวิจัยนี้	
		เข้ารหัสด้วยมือ	เข้ารหัสด้วยนิรอรอล
0	58.72	95.22	83.28
1	81.91	85.79	80.60
2	70.90	55.45	53.92
3	43.94	25.70	25.67

ตารางที่ 5.18 การเปรียบเทียบผลของตัววัด F1 จากการคั่นคืนในแบบที่ 1  
กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของทัศนวรรณ ศูนย์กลาง

d	ทัศนวรรณ	งานวิจัยนี้	
		เข้ารหัสด้วยมือ	เข้ารหัสด้วยนิรอรอล
0	61.60	94.59	90.54
1	84.41	89.80	88.85
2	83.39	68.40	68.27
3	64.19	46.04	45.92

ตารางที่ 5.19 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 2

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสแบบใหม่

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	97.04	68.18	80.09	98.86	67.55	80.26
1	75.56	84.99	80.00	85.83	80.20	82.92
2	41.34	95.07	57.63	56.17	91.38	69.57
3	16.69	98.67	28.55	31.79	96.85	47.87

ตารางที่ 5.20 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 3

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสแบบใหม่

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	96.41	67.11	79.14	98.87	68.60	81.00
1	76.65	82.76	79.59	86.32	80.95	83.55
2	45.09	92.96	60.73	59.42	88.18	71.00
3	21.49	97.60	35.22	36.39	92.63	55.25

ตารางที่ 5.21 ผลการทดลองจากการค้นคืนในแบบที่ 4

กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และกรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยจากการเข้ารหัสแบบใหม่

d	กรณีคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
0	96.46	67.24	79.25	96.94	69.10	80.69
1	77.89	81.05	79.44	81.25	80.49	80.87
2	49.88	87.78	63.61	55.52	84.28	66.94
3	28.99	90.55	43.92	35.78	86.39	50.60

ตารางที่ 5.22 ผลการคั่นคืนด้วยตัววัด F1 สูงสุดของงานวิจัยนี้กับผลที่ได้จากวิธีการก่อนหน้า

วิธีการ	กรณีค่าไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
ประยุทธ์	72.43	90.25	80.33	92.27	76.00	83.33
ทัศนวรรณ	87.28	77.19	81.91	96.34	75.15	84.41
งานวิจัยนี้ 1	96.65	73.16	83.28	98.49	83.78	90.54
งานวิจัยนี้ 2	97.04	68.18	80.09	85.83	80.20	82.92
งานวิจัยนี้ 3	76.65	82.76	79.59	86.32	80.95	83.55
งานวิจัยนี้ 4	77.89	81.05	79.44	96.94	69.10	80.69

ตารางที่ 5.23 ผลการคั่นคืนด้วยค่าความเที่ยงสูงสุดของงานวิจัยนี้กับผลที่ได้จากวิธีการก่อนหน้า

วิธีการ	กรณีค่าไทยทับศัพท์คำอังกฤษ			กรณีคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย		
	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1	ความเที่ยง	เรียกคืน	F1
ประยุทธ์	72.43	90.25	80.33	92.27	76.00	83.33
ทัศนวรรณ	87.28	77.19	81.91	96.34	75.15	84.41
งานวิจัยนี้ 1	96.65	73.16	83.28	98.49	83.78	90.54
งานวิจัยนี้ 2	97.04	68.18	80.09	98.86	67.55	80.26
งานวิจัยนี้ 3	96.41	67.11	79.14	98.87	68.60	81.00
งานวิจัยนี้ 4	96.46	67.24	79.25	96.94	69.10	80.69

### 5.5 วิเคราะห์ผลการทดลองการคั่นคืน

จากผลการทดลองของการคั่นคืนในกรณีของค่าไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยนั้น พบว่าเมื่อได้ทำการปรับปรุงการเข้ารหัสคำด้วยนิรอลเน็ตเวิร์กใหม่ ผสมกับการปรับสอนนิรอลเน็ตเวิร์กด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เปลี่ยนไปตามที่ได้บอกไว้ในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคั่นคืนนั้นดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า ที่เกณฑ์การเปรียบเทียบความแตกต่างของรหัสคำ หรือค่า  $d$  มีค่าเท่ากับ 0 (เปรียบเทียบแบบเหมือนกันทุกประการ)

ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสังเกตว่า การสอนนิรอลเน็ตเวิร์กให้สามารถรู้จำได้ค่าความแม่นยำสูงๆ จะส่งผลทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้การเปรียบเทียบแบบประมาณเข้ามาช่วย (ที่ค่าความแตกต่างมีค่าตั้งแต่ 1 ขึ้นไป) เพราะเนื่องจากโครงสร้างของนิรอลเน็ตเวิร์กดังกล่าวสามารถทำให้รหัสคำที่ผ่านการเข้ารหัสแล้วนั้น มีรหัสคำที่ตรงกันออกมา จึงทำให้เราสามารถเปรียบเทียบรหัสคำที่ได้แบบ

เปรียบเทียบเหมือนกันทุกประการได้เลย ช่วยลดระยะเวลาที่จะต้องเสียไปสำหรับการค้นคืนอีกด้วย ส่วนการค้นคืนในแบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 นั้นผู้วิจัยได้ทดลองแล้วพบว่า ผลที่ได้จากการค้นคืนด้วยตัววัด F1 (ดูผลในตารางที่ 5.22) มีความใกล้เคียงกันกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ แต่ถ้าหากดูผลจากการค้นคืนด้วยค่าความเที่ยงตามตารางที่ 5.23 จะพบว่าผลการทดลองจากการค้นคืนทั้ง 4 แบบที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไว้ให้ผลการค้นคืนด้วยค่าความเที่ยงสูงถึงประมาณ 97% ในทุกการทดลอง (สูงกว่างานวิจัยก่อนหน้ามากถึง 10%) ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้ เกิดขึ้นจากการเข้ารหัสแบบใหม่ ที่ลดความกำกวม และพยายามเข้ารหัสให้เสียงของทั้งสองภาษามีความใกล้เคียงกันมากที่สุด หรือมีความแตกต่างของรหัสเสียงให้น้อยที่สุด รวมถึงตัวนิรอรอลเน็ตเวิร์กที่เข้ารหัสแบบใหม่นั้นมีผลการเรียนรู้ที่สูง จึงส่งผลทำให้การค้นคืนข้ามภาษามีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 5.24 ความแม่นยำสำหรับคำอังกฤษทับศัพท์คำไทยด้วยการเข้ารหัสแบบใหม่

จำนวนนิรอรอล ในระดับชั้นซ้อน	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)					
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	เฉลี่ย
10	84.20	83.86	84.16	84.23	84.22	84.13
50	86.49	86.45	86.53	86.63	86.61	86.54
100	86.48	86.59	86.55	86.78	86.61	86.60
150	86.64	86.64	86.89	86.91	86.92	86.80
200	86.60	86.50	86.70	86.73	86.82	86.67

ตารางที่ 5.25 ความแม่นยำสำหรับคำอังกฤษด้วยการเข้ารหัสแบบใหม่

จำนวนนิรอรอล ในระดับชั้นซ้อน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	เฉลี่ย
10	82.31	82.23	81.69	82.68	82.23
50	86.72	87.36	87.29	88.17	87.39
100	87.53	87.50	87.04	88.54	87.65
150	87.78	88.02	87.81	88.63	88.06
200	87.49	87.78	87.32	88.18	87.69

ตารางที่ 5.26 ความแม่นยำสำหรับคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษด้วยการเข้ารหัสแบบใหม่

จำนวนนิรอรล ในระดับชั้นซอน	ค่าความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	เฉลี่ย
10	89.81	89.42	88.45	90.04	89.43
50	96.01	96.08	96.00	95.82	95.98
100	97.30	97.40	97.11	97.06	97.22
150	95.94	96.31	95.83	96.22	96.08
200	97.26	96.31	97.12	96.22	96.73

### 5.6 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงผลการทดลองในการใช้นิรอรลเน็ตเวิร์กในการเข้ารหัสคำ สำหรับนิรอรลเน็ตเวิร์กนั้นได้แสดงผลความแม่นยำเมื่อใช้จำนวนนิรอรลในชั้นซอนต่างๆ กัน เพื่อสร้างตัวเข้ารหัสคำที่ให้ค่าความแม่นยำสูงสุด หลังจากนั้นได้แสดงผลการทดลองการค้นคืนข้อมูลคำไทยทับศัพท์คำอังกฤษ และการค้นคืนข้อมูลคำอังกฤษทับศัพท์คำไทย พบว่าตัวเข้ารหัสสามารถให้การทดลองค้นคืนข้ามภาษาทั้ง 4 แบบ ที่ได้ออกแบบไว้ให้ผลการค้นคืนด้วยค่าความเที่ยงสูงถึงประมาณ 97% ในทุกการทดลอง ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงที่สูงกว่างานวิจัยก่อนหน้าเกือบ 10% เมื่อยอมให้การค้นคืนมีค่าความแตกต่างของรหัสคำเป็น 0 หรือเป็นการค้นคืนแบบเหมือนกันทุกประการ ซึ่งดีกว่าการเข้ารหัสคำแบบเดิมที่ต้องอาศัยการเปรียบเทียบแบบประมาณเข้ามาช่วยในช่วงของการค้นคืน