

รายการอ้างอิง

1. สุรพันธ์ เชื้อไพบูลย์. การจดจำลายมือเขียนภาษาไทยโดยการพิจารณาหัวของตัวอักษร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2531.
2. พิพัฒน์ หิรัญย์ฉนิชากร และ มนลดา บุญสุวรรณ. การรู้อักขระไทยหลายรูปแบบโดยวิธีไดนามิกโปรแกรมมิ่ง. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. บริษัท การบินไทย จำกัด
3. สนธยา เมรินทร์. การศึกษาการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้วิธีซินแทกติก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
4. King Sun Fu. Syntactic Methods in Pattern Recognition. Academic Press, 1974.
5. เดชา รัตนถาวร. การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบพีชชีโลจิก และ วิธีซินแทกติก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
6. Theo Pavlidis. Algorithms for Graphics and Image Processing. Marry Land: Computer Science Press, 1982.
7. อภิญา สุพรรณวรรษา. การประยุกต์ใช้การโปรแกรมตรรกะเชิงอุปนัยในการรู้จำตัวพิมพ์อักษรภาษาไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
8. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. Digital Image Processing. Addison-Wesly, 1993.
9. Kenneth R. Castleman. Digital Image Processing. Prentice Hall International, 1996.
10. Patrick J. Grother. Karhunen Lo é ve Feature Extraction For Neural Handwritten Character Recognition. Proceedings Applications of Artificial Neural Networks III. Vol. 1709, pp. 155-166. SPIE, Orlando, April 1992.
11. S. Y. Kung. Digital Neural Networks. Prentice Hall International, 1993.
12. James L. Blue, and Patrick J. Grother. Training feed-forward neural networks using conjugate gradients. Conference on Character Recognition and Digitizer Technologies. Vol. 1661, pp. 179-190. SPIE, San Jose, February 1992.
13. Laurene Fausett. Fundamentals of Neural Networks. Prentice Hall International, 1994.

14. Dean Clark. "A 2-D DDA Algorithm for Fast Image Scaling." Dr. Dobb's Journal 264 (April 1997) : 46-49.
15. Steve Lawrence, C. Lee Giles, and Ah Chung Tsoi. What Size Neural Network Gives Optimal Generalization? Convergence Properties of Backpropagation. Technical Report UMIACS-TR-96-22 and CS-TR-3617, University of Maryland, College Park, MD 20742, June 1996.
16. W. S. Sarle. Stop Training and Other Remedies for Overfitting. Proceedings of the 27th Symposium on the Interface of Computing Science and Statistics. 352-360, 1995.
17. Jocelyn Sietsma. A Computational Overview of Artificial Neural Networks. Technical Report 13/91, La Trobe University, Melbourne, July 1991.
18. Scott E. Fahlman. An Empirical Study of Learning Speed in Back-Propagation Networks. Technical Report CMU-CS-88-162, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, September 1988.
19. A. Van Ooyen, and B. Nienhuis. Improving the Convergence of the Back-Propagation Algorithm. Neural Networks. Vol. 5, pp. 465-471, 1992.

ภาคผนวก ก

การใช้งานโปรแกรมรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคด้านการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญและนิรवलเน็ตเวิร์ค

โปรแกรมรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคด้านการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญและนิรवलเน็ตเวิร์คประกอบด้วยโปรแกรมหลัก ๆ 2 โปรแกรมคือ

1. โปรแกรมวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ
2. โปรแกรมนิรवलเน็ตเวิร์ค

การใช้งานจะแยกเป็นการใช้งานขณะทำการสอนให้รู้จำตัวอักษรต้นแบบ และการใช้งานขณะทำการรู้จำตัวอักษรใด ๆ

การใช้งานเพื่อทำการสอนให้รู้จำตัวอักษรต้นแบบ

1. โปรแกรมวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ

โปรแกรมวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ สำหรับใช้งานขณะทำการสอนให้รู้จำตัวอักษรต้นแบบเรียกใช้งานได้ดังนี้

calcevt -l [options]

ซึ่งทางเลือก (options) ต่าง ๆ มีดังนี้

-f ชื่อเพิ่มข้อมูล ระบุชื่อเพิ่มข้อมูลซึ่งในแต่ละบรรทัดภายในเพิ่มข้อมูลเก็บรายชื่อเพิ่มข้อมูลภาพ ชื่อเพิ่มข้อมูลภาพอาจจะขึ้นต้นด้วยโดเรคทอรีก็ได้ ชื่อเพิ่มข้อมูลภาพภายในเพิ่มข้อมูลนี้จะต้องอยู่ในรูปแบบดังนี้

xxxxyy.bmp

เมื่อ xxx คือชื่อตัวอักษร เช่น KAI, KHAI เป็นต้น

และ yy คือขนาดของตัวอักษร เช่น 16, 18 เป็นต้น

ตัวอย่างชื่อเพิ่มข้อมูลภาพ เช่น \Cordia\Baimai16.bmp

-o ชื่อเพิ่มข้อมูล ระบุชื่อเพิ่มข้อมูลซึ่งจะเป็นผลลัพธ์ของการรู้จำในขั้นการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น เพิ่มข้อมูลที่ใช้เก็บรายชื่อเพิ่มข้อมูลภาพชื่อ light.lst และต้องการให้ผลลัพธ์เก็บในเพิ่มข้อมูลชื่อ light.out สามารถเรียกโปรแกรมให้ทำงานดังนี้

```
calcevt -l -f light.lst -o light.out
```

โปรแกรมจะทำการคำนวณวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญและทำการเก็บข้อมูล เมตริกซ์ค่าเฉลี่ย และข้อมูลเมตริกซ์ไอเกนเวกเตอร์ในเพิ่มข้อมูลชื่อ mean.Finished และ eig.Finished ตามลำดับ และทำการแปลงแบบเค-แอลของข้อมูลภาพที่อยู่ในรายชื่อภายในเพิ่มข้อมูล light.lst เก็บในเพิ่มข้อมูล light.out และสร้างเพิ่มข้อมูล light.df ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในขั้นของนิเวศเน็ตเวิร์คต่อไป

2. โปรแกรมนิเวศเน็ตเวิร์ค

โปรแกรมนิเวศเน็ตเวิร์ค สำหรับใช้งานในการสอนให้รู้จำตัวอักษรต้นแบบเรียกใช้งานได้ดังนี้

```
thaireg -l [options]
```

ซึ่งทางเลือก (options) ต่าง ๆ มีดังนี้

-a ค่าอัตราการเรียนรู้	ระบุค่าอัตราการเรียนรู้ ถ้าไม่ระบุโปรแกรมจะใช้ค่า 0.2
-i ค่าอินเนอร์เซีย	ระบุค่าอินเนอร์เซีย ถ้าไม่ระบุโปรแกรมจะใช้ค่า 0.95
-t จำนวนรอบ จำนวนตัวอย่าง ค่าผิดพลาด	ระบุจำนวนรอบที่ทำการสอนก่อนทำการทดสอบการคอนเวอร์เจนส์ (convergence) จำนวนตัวอย่างที่ต้องผ่านการทดสอบ และค่าผิดพลาด
-s จำนวนรอบ	ระบุจำนวนรอบที่ทำการเก็บข้อมูลของเน็ตเวิร์คลงเพิ่มข้อมูลชื่อ Network.save
-d ชื่อเพิ่มข้อมูล	ระบุชื่อเพิ่มข้อมูลซึ่งเก็บข้อมูลชื่อเพิ่มข้อมูลที่เป็นข้อมูลสำหรับป้อนให้นิเวศเน็ตเวิร์ค เช่น light.df

-N	ระบุให้ไม่ต้องทำการทดสอบคอน เวอร์เจนส์ (Convergence)
-l จำนวนรอบ	ระบุจำนวนรอบที่มากที่สุดที่ทำการสอน

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น หลังจากทำตัวอย่างตามข้อ 1 ข้างต้นแล้ว ทำการสอนนิร
รอลเน็ตเวิร์คได้ดังนี้

```
thaireg -d light.df -l -a 0.08 -t 10000 3264 0.25 -s 10000
```

โปรแกรมจะทำการอ่านเพิ่มข้อมูล light.df และ light.out (light.out ถูกระบุภายในข้อมูลของเพิ่มข้อมูล light.df) และทำการสอนนิรรอลเน็ตเวิร์คด้วยค่าอัตราการเรียนรู้ 0.08 ทำการทดสอบการคอนเวอร์เจนส์ทุก ๆ 10000 รอบ การทดสอบต้องผ่าน 3264 ตัวอย่างโดยมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า 0.25 และทำการเก็บข้อมูลของเน็ตเวิร์คทุก ๆ 10000 รอบ

เมื่อโปรแกรมทำการสอนได้สำเร็จ โปรแกรมจะทำการสร้างเพิ่มข้อมูล Network.Finished ซึ่งจะเก็บค่าน้ำหนักและค่าไบแอสของนิรรอลเน็ตเวิร์ค ซึ่งจะถูกใช้ขณะทำการรู้จำตัวอักษร

การใช้งานเพื่อการรู้จำ

1. โปรแกรมวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ
โปรแกรมวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ สำหรับใช้งานขณะทำการรู้จำตัวอักษรเรียกใช้งานได้ดังนี้

```
calcevt [options]
```

ซึ่งทางเลือก (options) ต่าง ๆ มีดังนี้

-f ชื่อเพิ่มข้อมูล	ระบุชื่อเพิ่มข้อมูลซึ่งในแต่ละบรรทัดภายในเพิ่มข้อมูลเก็บรายชื่อเพิ่มข้อมูลภาพ ชื่อเพิ่มข้อมูลภาพอาจจะขึ้นต้นด้วยโดเรคทอริกก็ได้ ชื่อเพิ่มข้อมูลภาพภายในเพิ่มข้อมูลนี้จะต้องอยู่ในรูปแบบดังนี้
--------------------	---

xxxyy.bmp

- เมื่อ xxx คือชื่อตัวอักษร เช่น KAI, KHAI เป็นต้น
 และ yy คือขนาดของตัวอักษร เช่น 16, 18 เป็นต้น
 ตัวอย่างชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ เช่น \Cordia\Baimai16.bmp
- o ชื่อแฟ้มข้อมูล ระบุชื่อแฟ้มข้อมูลซึ่งจะเป็นผลลัพธ์ของการรู้จำในขั้นการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ
 - n จำนวนต้นแบบ ระบุจำนวนต้นแบบที่ใช้ขณะที่ทำการสอน
 - d ไม่ต้องสนใจรูปแบบของชื่อแฟ้มข้อมูลภายในแฟ้มข้อมูลที่ระบุรายชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ ถ้าระบุตัวเลือกนี้จะทำให้โปรแกรมไม่ระบุเป้าหมายตัวอักษรที่ควรจะเป็น ทำให้โปรแกรมนิรลเนตเวิร์คทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับเป้าหมายไม่ได้

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น แฟ้มข้อมูลที่ใช้เก็บรายชื่อแฟ้มข้อมูลภาพชื่อ light.lst และต้องการให้ผลลัพธ์เก็บในแฟ้มข้อมูลชื่อ light.out สามารถเรียกโปรแกรมให้ทำงานดังนี้

```
calcevt -f testchar.lst -o testchar.out -n 3264
```

โปรแกรมจะทำการคำนวณวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญโดยการอ่านข้อมูลเมตริกซ์ค่าเฉลี่ย และอ่านข้อมูลเมตริกซ์ไอเกนเวกเตอร์ในแฟ้มข้อมูลชื่อ mean.Finished และ eig.Finished ตามลำดับ และทำการแปลงแบบเค-แอลของข้อมูลภาพที่อยู่ในรายชื่อภายในแฟ้มข้อมูล testchar.lst เก็บผลลัพธ์ในแฟ้มข้อมูล testchar.out และสร้างแฟ้มข้อมูล testchar.df ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในขั้นของนิรลเนตเวิร์คต่อไป

2. โปรแกรมนิรลเนตเวิร์ค

โปรแกรมนิรลเนตเวิร์ค สำหรับใช้งานในการรู้จำตัวอักษร เรียกใช้งานได้ดังนี้

```
thaireg [options] -E -p Network.Finished
```

ซึ่งทางเลือก (options) ต่าง ๆ มีดังนี้

-d ชื่อแฟ้มข้อมูล ระบุชื่อแฟ้มข้อมูลซึ่งเก็บข้อมูลชื่อแฟ้มข้อมูลที่เป็นข้อมูลสำหรับ
ป้อนให้นิวรอลเน็ตเวิร์ค เช่น testchar.df

ตัวอย่างการใช้งาน เช่น หลังจากทำตัวอย่างตามข้อ 1 ข้างต้นแล้ว ทำการป้อน
ข้อมูลให้นิวรอลเน็ตเวิร์คทำการรู้จำได้ดังนี้

```
thaireg -d testchar.df -E -p Network.Finished
```

โปรแกรมจะทำการรู้จำโดยอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล testchar.out และแสดง
ผลลัพธ์การรู้จำ

ขนาด 26 จุด

กขชคคองจจชชฅญญฐฐทฒณดตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวคษสทฬฮ

๕า ^{คคคคค} _{๑ ๒} | ๕๗ + ๘๒๘ | ๖๖๖ ° ฤ๖๖๖

ขนาด 28 จุด

กขชคคองจจชชฅญญฐฐทฒณดตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวคษสทฬฮ

๕า ^{คคคคค} _{๑ ๒} | ๕๗ + ๘๒๘ | ๖๖๖ ° ฤ๖๖๖

ขนาด 36 จุด

กขชคคองจจชชฅญญฐฐทฒณดตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวคษสทฬฮ

๕า ^{คคคคค} _{๑ ๒} | ๕๗ + ๘๒๘ | ๖๖๖ ° ฤ๖๖๖

ภาคผนวก ช
ตัวอักษรต้นแบบแบบ FreesiaUPC

ขนาด 16 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฏฒณดตถ
ทธนบปผฝฟพภมยรลวศษสหฬฮฮ
ะา ๐๘๘๘ ๑๖ ๒๗ +๘๖๘ ๖๘ ๗๖ ๘๖ ๙๖ ° ฤฤฯฯ

ขนาด 18 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฏฒณดตถ
ทธนบปผฝฟพภมยรลวศษสหฬฮฮ
ะา ๐๘๘๘ ๑๖ ๒๗ +๘๖๘ ๖๘ ๗๖ ๘๖ ๙๖ ° ฤฤฯฯ

ขนาด 20 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฏฒณดตถ
ทธนบปผฝฟพภมยรลวศษสหฬฮฮ
ะา ๐๘๘๘ ๑๖ ๒๗ +๘๖๘ ๖๘ ๗๖ ๘๖ ๙๖ ° ฤฤฯฯ

ขนาด 22 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฏฒณดตถ
ทธนบปผฝฟพภมยรลวศษสหฬฮฮ
ะา ๐๘๘๘ ๑๖ ๒๗ +๘๖๘ ๖๘ ๗๖ ๘๖ ๙๖ ° ฤฤฯฯ

ขนาด 24 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฏฒณดตถ
ทธนบปผฝฟพภมยรลวศษสหฬฮฮ
ะา ๐๘๘๘ ๑๖ ๒๗ +๘๖๘ ๖๘ ๗๖ ๘๖ ๙๖ ° ฤฤฯฯ

ขนาด 26 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฑฒณตตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวศษหฬอฮ

ะา ๑๒๓๔ ๑ ๒ ๓ +๔ ๕๖ ๗๘ ๙๐ ๑๑ ๑๒ ๑๓ ๑๔ ๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐ ๕๑ ๕๒ ๕๓ ๕๔ ๕๕ ๕๖ ๕๗ ๕๘ ๕๙ ๖๐ ๖๑ ๖๒ ๖๓ ๖๔ ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๙๖ ๙๗ ๙๘ ๙๙ ๑๐๐

ขนาด 28 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฑฒณตตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวศษหฬอฮ

ะา ๑๒๓๔ ๑ ๒ ๓ +๔ ๕๖ ๗๘ ๙๐ ๑๑ ๑๒ ๑๓ ๑๔ ๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐ ๕๑ ๕๒ ๕๓ ๕๔ ๕๕ ๕๖ ๕๗ ๕๘ ๕๙ ๖๐ ๖๑ ๖๒ ๖๓ ๖๔ ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๙๖ ๙๗ ๙๘ ๙๙ ๑๐๐

ขนาด 36 จุด

กขชคคฆงจฉชฌณญฎฐฑฒณตตถ

ทธนบปผฝพฟภมยรลวศษหฬอฮ

ะา ๑๒๓๔ ๑ ๒ ๓ +๔ ๕๖ ๗๘ ๙๐ ๑๑ ๑๒ ๑๓ ๑๔ ๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐ ๕๑ ๕๒ ๕๓ ๕๔ ๕๕ ๕๖ ๕๗ ๕๘ ๕๙ ๖๐ ๖๑ ๖๒ ๖๓ ๖๔ ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๙๖ ๙๗ ๙๘ ๙๙ ๑๐๐



ประวัติผู้เขียน

นายธเนศ ศรีวิรุฬห์ชัย เกิดวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2514 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เมื่อปีพ.ศ. 2539 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่บริษัท เอ็น ซี อาร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่งผู้จัดการการบริการด้านเทคนิค