ระบบตัวจำแนกหลายตัวที่มีนัยทั่วไปชนิดฐานหลักดิสคริมิแนนท์เฉพาะที่

นายวิทยากร อัศดรวิเศษ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2038-2

GENERALIZED MULTIPLE CLASSIFIER SYSTEMS WITH LOCAL DISCRIMINANT BASES

Mr. Widhyakorn Asdornwised

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Electrical Engineering
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974-53-2038-2

Thesis Title	GENERALIZED MULTIPLE CLASSIFIER SYSTEMS WITH LOCAL DISCRIMINANT BASES
By	Mr. Widhyakorn Asdornwised
Field of Study	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Somchai Jitapunkul, Dr.Ing.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

D. Lavansiri .... Dean of the Faculty of Engineering
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman
(Professor Prasit Prapinmongkolkarn, D.Eng.)

.... Thesis Advisor
(Associate Professor Somchai Jitapunkul, Dr.Ing.)

.... Member
(Suebskul Phiphobmongkol, Ph.D.)

Chedsada Chinrungrueng .... Member
(Assistant Professor Chedsada Chinrungrueng, Ph.D.)

.... Member
(Assistant Professor Somchart Chokchaitam, D.Eng.)

วิทยากร อัศดรวิเศษ: ระบบตัวจำแนกหลายตัวที่มีนัยทั่วไปชนิดฐานหลักดิสคริมิแนนท์เฉพาะที่ (GENERALIZED MULTIPLE CLASSIFIER SYSTEMS WITH LOCAL DISCRIMINANT BASES), อ. ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล, 121 หน้า, ISBN 974-53-2038-2

ในหลายปีนี้ เทคนิคที่ประสพความสำเร็จและแพร่หลายสำหรับการรู้จำรูปแบบและจักรเรียนรู้ คือ ตัวจำแนกตระกูลเฉพาะ ที่รู้จักกันดีในนาม *ระบบตัวจำแนกแบบหลายตัว* ตัวจำแนกเหล่านี้ได้ถูกทดลองให้เห็นจริงในงานด้านต่างๆโดยสม่ำเสมอ ในบางกรณีสามารถปรับปรุงความแม่นยำในการทำนายให้มีผลดีขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้ตัวจำแนกเพียงตัวเดียว วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขยายแนวคิดเดิมออกไปในหลายแง่ดังนี้ ปรับปรุงความถูกต้องในการรู้จำของระบบตัวจำแนกแบบหลายตัวโดยใช้การแปลงเชิงเส้น การเข้ารหัสช่องสัญญาณที่มีนัยทั่วไปแบบคงทนสำหรับระบบตัวจำแนกแบบหลายตัว และการรวบรวมการทำนายอย่างเล็งเลิศ

สาระสำคัญแรกของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แก่การสำรวจการนำมาใช้ของ *เฟรม* ซึ่งเป็นเซตเกินบริบูรณ์ของเวกเตอร์ เพื่อใช้สำหรับการพรรณนาเชิงดิสคริมิแนนท์ที่มีประสิทธิภาพ ที่เรียกว่า*การขยายแบบเฟรมด้วยฐานหลักดิสคริมิแนนท์เฉพาะที่* (LDFE) ระเบียบวิธีที่นำเสนอเป็นแบบแผนที่ไม่สลับซับซ้อนและมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับปรับขยายการใช้อัลกอลิธึมส์การสกัดลักษณะบ่งต่าง *ฐานหลักดิสคริมิแนนท์เฉพาะที่* (LDB) ให้อยู่ในเค้าโครงของ *การเข้ารหัสแบบหลายส่วนลักษณะ* (MDC) ในการเอาชนะต่อการจำแนกผิด ปริมาณความซ้ำซ้อนที่จัดสรรล่วงหน้าได้ถูกเพิ่มให้กับข้อมูลเดิมในระหว่างกระบวนการสกัดลักษณะบ่งต่าง การจัดสรรดิสคริมิแนนท์แบบไม่เท่าเทียมถูกสร้างขึ้นด้วยการแปรเปลี่ยนปริมาณความซ้ำซ้อนโดยให้มีนัยขึ้นกับความสำคัญของข้อมูล สาระที่สอง วิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาส่วนขยายจำนวน 3 แบบจากวิธี ECOC ดั้งเดิมบนฐานของแบบแผนการเข้ารหัสต่อกันที่มีนัยทั่วไป การพัฒนาในส่วนนี้เป็นความพยายามในการปรับปรุงการจำแนกโดยการต่อกันของระบบตัวจำแนกแบบหลายตัวที่ต่างชนิดกันตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเข้าด้วยกัน สาระสำคัญอีกส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้แก่การหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของการประกอบกันของการทำนาย โดยที่ได้ทำการสำรวจอัลกอริธึมส์ใหม่สำหรับแบบแผนการรวบรวมแบบมีการถ่วงน้ำหนัก อัลกอริธึมส์นี้ใช้การประมาณสันที่มีการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ สาระสุดท้ายของวิทยานิพนธ์นี้ได้แก่การรู้จำหน้าด้วยฐานหลักดิสคริมิแนนท์เฉพาะที่ด้วยข่ายวงจรประสาท เนื่องจากความสามารถในการอินเทอร์โพเลตอย่างสูงของข่ายวงจรประสาท ทำให้สามารถสร้าง *กลุ่มของข่ายการแปลง* ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วย เค้าโครงการเพิ่มการเรียนรู้ (ในระดับเอาท์พุต) และการถัวเฉลี่ยแบบจำลองเบเชี่ยน

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า **ลายมือชื่อนิสิต**
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**
ปีการศึกษา 2548

##4471821021: MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: MULTIPLE CLASSIFIER SYSTEMS / MULTIPLE DESCRIPTION CODING MODELS / LOCAL DISCRIMINANT BASES / GENERALIZED CODE CONCATENATION

WIDHYAKORN ASDORNWISED: GENERALIZED MULTIPLE CLASSIFIER SYSTEMS WITH LOCAL DISCRIMINANT BASES, THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr.Ing., 121 pp., ISBN 974-53-2038-2

In recent years, the most successful and pervasive technique for pattern recognition and machine learning is a special family of classifiers known as *multiple classifier systems*. They have all demonstrated consistent – in some cases, remarkable improvements in predictive accuracy over single classifier systems. This dissertation extends the traditional concept in many aspects: improved recognition accuracy of multiple classifier systems through the use of linear transforms; robust generalized channel coding for multiple classifier systems; and optimal combining of predictions.

The first contribution of this dissertation is an exploration of the use of *frames*, which are overcomplete sets of vectors, to form efficient discriminant representations, called *Local Discriminant Frame Expansion* (LDFE). The scheme is a simple and efficient method suitable for extending the *Local Discriminant Bases* (LDB) feature extraction algorithm into *Multiple Description Coding* (MDC) framework. To combat misclassification, preassigned amounts of redundancy are added to the original data during the feature extraction process. Unequal discriminant assignment is implemented by varying the amount of redundancy with the importance of data. For the second contribution, this dissertation develops three extensions of the original ECOC method based on more generalized concatenated coding schemes. These are the attempts to improve classification through the concatenations of two or more heterogeneous multiple classifier systems. Other contribution is the optimization of combining of the predictions. In particular, a new weighted combining scheme is investigated. The algorithm utilizes a ridge estimator with statistically tunning parameter. Finally, a face recognition task is performed by using LDB with neural networks. Based on the key observation on the high interpolation power of neural networks, a collection of transform networks is constructed, in which it can be interpreted as both the frameworks of *incremental learning* (at the output level) and *Bayesian model averaging*.

Department Electrical Engineering	**Student's signature** ....
Field of study Electrical Engineering	**Advisor's signature** ....
Academic year 2005	

Acknowledgements

I owe the most and greatest thanks to my advisor, Dr. Somchai Jitapunkul, for believing in me to pursue my scholastic goals. His support, critical reviews, discussions, patience, and, above all, the freedom were invaluable and caused this dissertation possible. In several occasions that I worked with him, he had shown how to solve many difficult engineering problems effortlessly. I was very fortunate to have an opportunity to work with him.

Particular thanks are due to Dr. Prabhas Chongsatiwattana of Department of Computer Engineering for many stimulating discussions and suggestions. He has always been ready for helps on various problems since the beginning through the end of the course of my dissertation. Thanks are also due to Dr. Chedsada Chinrungrueng. Many discussions with him contributed not only to the quality of the dissertation work, but also to the course of my life during the whole process of this research, especially when I had no way out.

I am also indebted to Professor Dr. Prasit Prapinmongkolkarn who provided guidance to me in several occasions in my academic life and professional. His kindness and passion in knowledge have consistently been shown to many students at the Department of Electrical Engineering, Chulalongkorn University. Thanks are also due to Professor Dr. Prasit Prapinmongkolkarn and Dr. Chedsada Chinrungrueng for serving as members on my dissertation committee.

I thank Dr. Suebskul Phiphobmongkol and Dr. Somchart Chokchaitam for serving as members on my dissertation committee. Their valuable discussions and insightful comments have improved the quality of this dissertation.

I would also like to acknowledge the scholarship from Ministry of Education, Thailand and the partial support from the Cooperation Project between Department of Electrical Engineering and Private Sector for Research and Development, Chulalongkorn University.

I sincere thank my parents for their support, encouragement, and love. I also wish to thank my daughter, Nathawan (Nathy), for creating wonderful distractions from my daily work. I was very fortunate to acquire the knowledge on several efficient learning and classification algorithms during the precious and very educational periods while I was baby sitting her. Last but not least, I would like to thank my wife, Usavadee. Without the love, support, sacrifice, and many life long discussions that I have consistently been received from her, none of this would be possible.

Table of Contents

List of Tables

List of Figures

Figure Page

Figure Page