

ระบบสมองกลแบบฝังตัวสำหรับระบบกล้องตรวจจับ Embedded System for a Camera Sensor System

เศรษฐา ตั้งคำวานิช สมยศ เกียรติวนิชวิไล สุรเชษฐ์ กานต์ประชา*

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 Email: surachetka@nu.ac.th

บทคัดย่อ

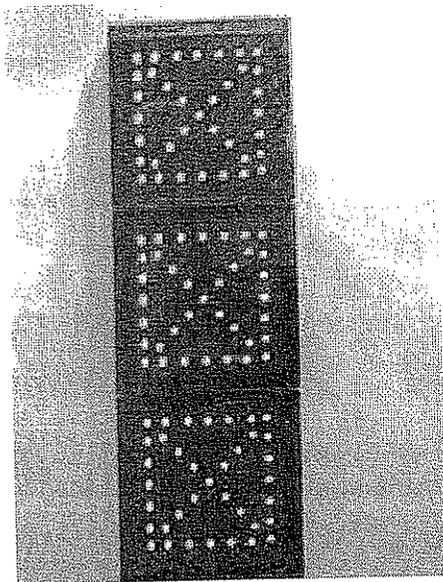
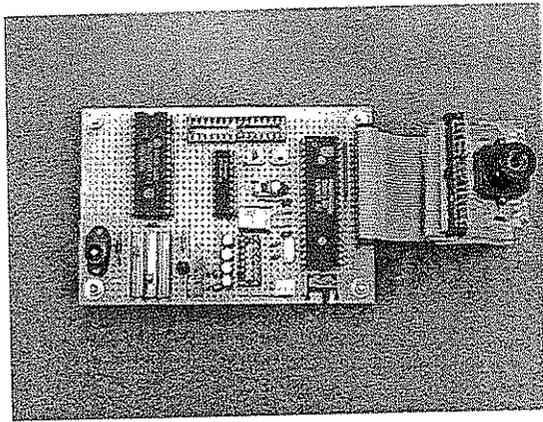
บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบประมวลผลภาพบนกล้องแบบฝังตัวเพื่อใช้สำหรับงานตรวจจับภาพ อาทิเช่น งานรักษาความปลอดภัย งานตรวจจับตำแหน่งที่จอดรถ ข้อดีของระบบแบบฝังตัว (Embedded System) คือ สามารถลดขนาดของระบบตรวจจับทั้งในส่วนของตัวตรวจจับและตัวประมวลผล ทำให้ระบบมีขนาดเล็กและราคาถูกลง เนื่องจากไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการประมวลผลภาพเหมือนระบบโดยทั่วไป โปรแกรมส่วนประมวลผลภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะออกแบบด้วยภาษาแอสซิมบลิงน ไมโคร โปรเซสเซอร์เพื่อให้สามารถทำการประมวลผลภาพได้ในบอร์ดไมโคร โปรเซสเซอร์ ระบบที่ออกแบบขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนตรวจจับภาพโดยใช้กล้องซีซีดี (CCD : CMOS Camera Digital) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว ข้อมูลของภาพจะถูกส่งไปยังส่วนที่สองคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่รับภาพ ประมวลผลและวิเคราะห์ โดยอาศัยเทคนิคการหาความแตกต่างของเมตริกซ์ภาพ (Different Matrix) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ง่ายและนำมาใช้งานได้ง่าย จากนั้นหากต้องการแสดงผลจะส่งข้อความในรูปแบบของ ASCII ไปยังอุปกรณ์แสดงผล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและทดลองกับระบบตรวจจับที่จอดรถเพื่อใช้เป็นระบบแนะนำ (Advisory System) ผู้ขับรถให้ไปจอดในที่ว่างได้จากผลการทดลอง พบว่า ระบบประมวลผลภาพแบบฝังตัวนี้สามารถทำงานได้ดีและสามารถกำหนดตำแหน่งของที่จอดรถที่ว่างได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ : กล้อง CCD, ระบบโปรแกรมแบบฝังตัว, ระบบแนะนำที่จอดรถ

1. บทนำ

ระบบตรวจจับในปัจจุบันมีด้วยกันหลายชนิด อาทิเช่น ระบบตรวจจับอินฟราเรด ระบบเสียง ระบบภาพ เป็นต้น แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป อาทิเช่น ระบบตรวจจับอินฟราเรด สามารถตรวจจับวัตถุได้แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดได้ ระบบตรวจจับภาพนั้นสามารถเก็บรายละเอียดได้แต่ต้องการการประมวลผลที่ซับซ้อนและใช้เวลา อย่างไรก็ตามระบบตรวจจับภาพนั้นเป็นระบบที่สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุที่ถูกรวบรวมได้มากที่สุด จึงเหมาะสมกับงานที่มีวัตถุตรวจจับหลากหลายชนิดและต้องการรายละเอียด

ระบบตรวจจับในปัจจุบันที่ใช้การประมวลผลภาพโดยทั่วไปจะอาศัยกล้องตรวจจับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่งมีขนาดใหญ่ และไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องการพื้นที่แคบๆ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากและไม่เหมาะสมในพื้นที่แคบๆ อย่างไรก็ตามเนื่องจากความสามารถในเชิงประมวลผลที่ทำได้ดีมากและความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นที่นิยมในงานด้านระบบตรวจจับด้วยกล้องในปัจจุบัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโครงการงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบกล้องตรวจจับแบบฝังตัวขึ้นเพื่อใช้ตรวจจับและประมวลผลภาพ โดยได้ประยุกต์ใช้กับที่จอดรถ ซึ่งระบบตรวจจับที่พัฒนาขึ้นจะสามารถบอกตำแหน่งของที่จอดรถยนต์เพื่อแสดงผลเป็นข้อมูลให้ผู้ขับรถ สามารถทราบล่วงหน้าและตัดสินใจในการนำรถยนต์ไปจอดได้ ทำให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงและเวลา รวมทั้งสามารถลดมลภาวะที่เป็นพิษจากการขับรถไม่ถูกเส้นทางได้ ในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบภาพจากกล้องเพื่อตรวจจับหาที่ว่างในที่จอดรถและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ออกแบบขึ้น



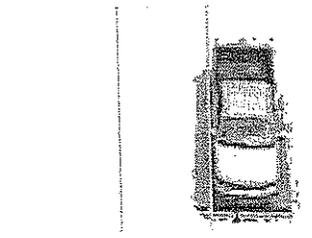
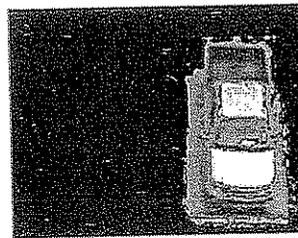
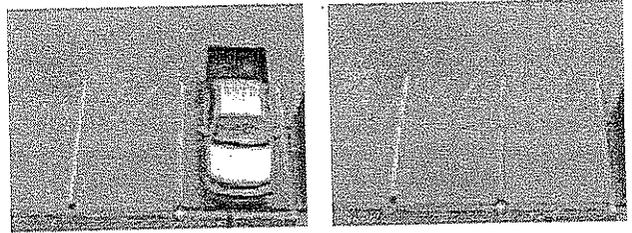
รูปที่ 6 แสดงส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้

4. ผลการทดลอง

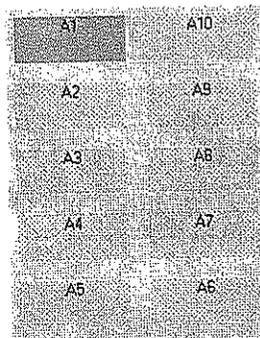
จากการทดลอง ใช้ระบบกล้องแบบฝังตัวในการตรวจจับการจอดของรถในบริเวณที่ตั้งกล้องไว้(ในลักษณะ Global Vision) ได้ทดลองตั้งกล้องทิ้งไว้ในพื้นที่ที่ต้องการตรวจจับการจอดรถในลักษณะต่าง และแสดงตำแหน่งจอดรถผ่านทางกระดานแสดงผล แบ่งสถานการณ์ออกเป็นหลายๆกรณีด้วยกันดังจะสังเกตเห็นได้จากภาพข้างล่าง ต่อไปนี้

กรณีที่ 1 จากรูปที่ 7 แสดงภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับพื้นที่จอดรถ ขณะที่มียอดยนต์เข้ามาจอด 1 คัน ทางขวา ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะตรวจจับและประมวลผลภาพว่า มียอดยนต์จอดอยู่ในบริเวณที่ตรวจจับ ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาพที่

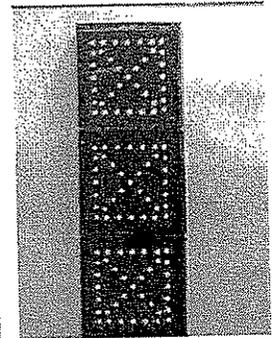
เปลี่ยนแปลงไปผิดปกติไปจากภาพเดิม เนื่องจากค่าผลรวมของพิกเซลที่ได้จากผลต่างของเมทริกซ์ มีค่าอยู่ในช่วง 33.33 % เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งค่าไว้ในการประมวลผลของระบบฝังตัว และทราบได้ว่าบริเวณที่เป็นวัตถุส่วนเกินจากภาพอ้างอิงนั้นอยู่ในบริเวณด้านขวาของภาพ จึงมีการส่งคำสั่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลว่า ที่บริเวณที่จอดรถยนต์ A1 ถูกจอดแล้ว



(ก)



(ข)



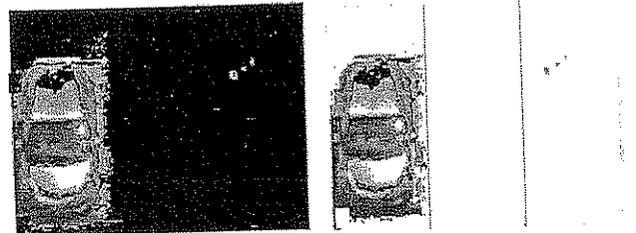
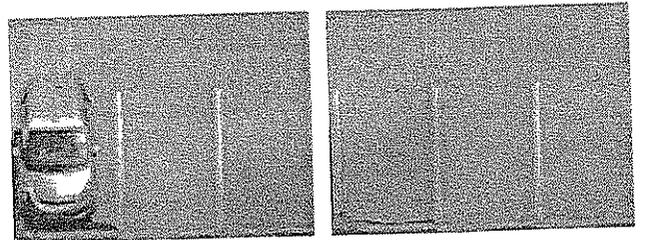
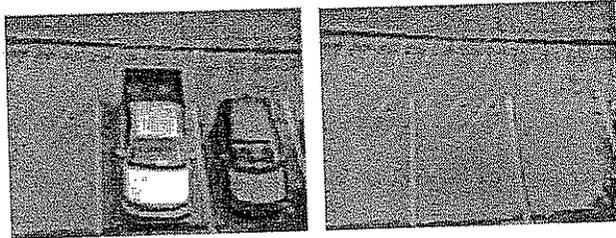
(ค)

รูปที่ 7 (ก) ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับภาพในขณะที่มียอดยนต์จอด 1 คัน ทางขวา (ข) ภาพหน้าจอจากโปรแกรมตรวจสอบที่แสดงถึงตำแหน่งของที่จอดรถ และ (ค) ภาพกระดานแสดงผลด้วยหลอดไฟ

กรณีที่ 2 จากรูปที่ 8 แสดงภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับพื้นที่จอดรถ ขณะที่มียอดยนต์เข้ามาจอด 2 คัน ด้านขวา และตรงกลางระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะตรวจจับ และประมวลผลภาพว่า มียอดยนต์จอดอยู่ในบริเวณที่ตรวจจับ ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง

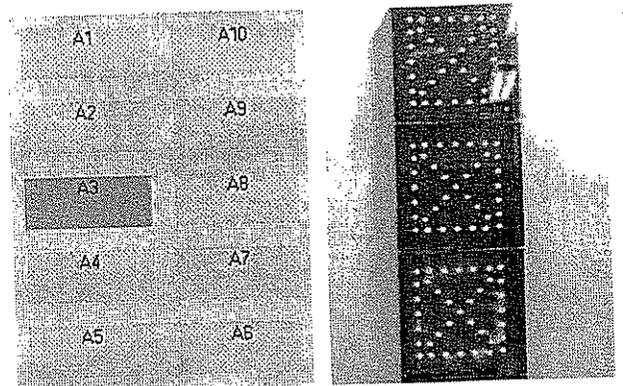
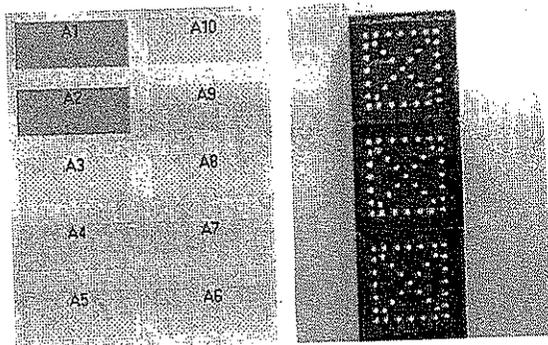
ภาพที่เปลี่ยนแปลงไปผิดปกติไปจากภาพเดิม เนื่องจากค่าผลรวมของพิกเซลที่ได้จากผลต่างของเมทริกซ์ มีค่าอยู่ในช่วง -60-65 % เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งค่าไว้ในการประมวลผลของระบบฝังตัว และทราบได้ว่าบริเวณที่เป็นวัตถุส่วนเกินจากภาพอ้างอิงนั้นอยู่ในบริเวณด้านขวา และ ตรงกลางของภาพ จึงมีการส่งคำสั่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลว่า ที่บริเวณที่จอตลอดยนต์ A1 และ A2 ถูกจอตลอดแล้ว

จอตลอดอยู่ในบริเวณที่ตรวจจับ ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ภาพที่เปลี่ยนแปลงไปผิดปกติไปจากภาพเดิม เนื่องจากค่าผลรวมของพิกเซลที่ได้จากผลต่างของเมทริกซ์ มีค่าอยู่ในช่วง 29-38 % เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งค่าไว้ในการประมวลผลของระบบฝังตัว และทราบได้ว่าบริเวณที่เป็นวัตถุส่วนเกินจากภาพอ้างอิงนั้นอยู่ในบริเวณด้านซ้าย ของภาพ จึงมีการส่งคำสั่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลว่า ที่บริเวณที่จอตลอดยนต์ A3 ถูกจอตลอดแล้ว



(ก)

(ก)



(ข)

(ค)

(ข)

(ค)

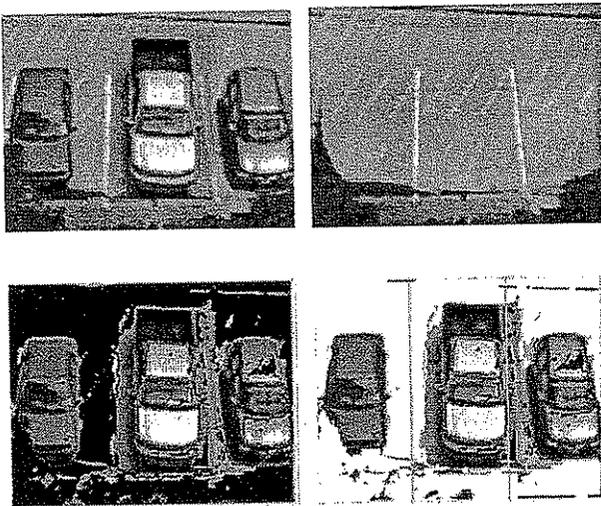
รูปที่ 8 (ก) ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับภาพในขณะที่มีรถยนต์จอด 2 คัน ทางขวา และตรงกลาง (ข) ภาพหน้าจอจากโปรแกรมตรวจสอบที่แสดงถึงตำแหน่งของที่จอดรถ และ (ค) ภาพกระดานแสดงผลด้วยหลอดไฟ

รูปที่ 9 (ก) ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับภาพในขณะที่มีรถยนต์จอด 1 คัน ทางซ้าย (ข) ภาพหน้าจอจากโปรแกรมตรวจสอบที่แสดงถึงตำแหน่งของที่จอดรถ (ค) ภาพกระดานแสดงผลด้วยหลอดไฟ

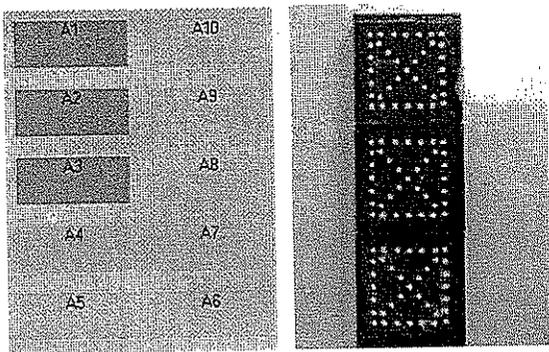
กรณีที่ 3 จากรูปที่ 9 ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับพื้นที่จอดรถ ขณะที่มียานยนต์เข้ามาจอด 1 คัน ทางซ้าย ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะตรวจจับและประมวลผลภาพว่า มียานยนต์

กรณีที่ 4 จากรูปที่ 10 ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับพื้นที่จอดรถ ขณะที่มียานยนต์เข้ามาจอด 3 คัน ด้านขวา, ด้านซ้าย และ ตรงกลาง ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะตรวจจับและ

ประมวลผลภาพว่ามีรถยนต์จอดอยู่ในบริเวณที่ตรวจจับ ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะทำการเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างภาพที่เปลี่ยนแปลงไปผิดปกติไปจากภาพเดิม เนื่องจากค่าผลรวมของพิกเซลที่ได้จากผลต่างของเมทริกซ์ มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 90 % เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งค่าไว้ในการประมวลผลของระบบฝังตัว และทราบได้ว่าบริเวณที่เป็นวัตถุส่วนเกินจากภาพอ้างอิงนั้นอยู่ในบริเวณโดยรวมทั้งหมดของภาพ จึงมีการส่งคำสั่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลว่า บริเวณที่จอดรถยนต์ A1, A2 และ A3 ถูกจอดแล้ว



(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 10 (ก) ภาพเหตุการณ์ช่วงเวลาที่ตรวจจับภาพในขณะที่มีรถยนต์จอด 3 คัน (ข) ภาพหน้าจอจากโปรแกรมตรวจสอบที่แสดงถึงตำแหน่งของที่จอดรถ และ (ค) ภาพกระดานแสดงผลด้วยหลอดไฟ

จากการทดลองซ้ำเกี่ยวกับการจำลองเหตุการณ์ระบบการมองเห็นแบบฝังตัว พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในพื้นที่จอดรถได้ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลา

ใดหรือมีความเข้มแสงเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อระบบตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่ได้แล้วจะส่งคำสั่งไปแจ้งระบบแสดงผลทำหน้าที่แสดงให้ผู้ขับรถทราบ แต่ถ้าหากวัตถุหรือรถยนต์ที่มีขนาดเล็กเกินกว่า 17 เพอร์เซ็นต์ (ต่อรถยนต์ 1 คัน) ของขนาดรูปภาพ ระบบการมองเห็นแบบฝังตัวจะยังไม่ถือว่าเป็นวัตถุหรือรถยนต์

ตารางที่ 4.1 ตารางอธิบายผลการทดลองการใช้ระบบฝังตัวในการตรวจจับการจอดรถยนต์

กรณีที่	เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	จำนวน	การแจ้งผล
1	มีรถยนต์ในที่จอดรถ	1	A1
2	มีรถยนต์ในที่จอดรถ	2	A1, A2
3	มีรถยนต์ในที่จอดรถ	1	A3
4	มีรถยนต์ในที่จอดรถ	3	A1, A2, A3

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การสร้างระบบมองเห็นแบบฝัง สามารถนำมาใช้ในงานประมวลผลภาพเพื่อกำหนดตำแหน่งของที่จอดรถที่ว่างได้อย่างเหมาะสม เทคนิคการหาความแตกต่างของเมทริกซ์สามารถนำมาใช้ได้และไม่ซับซ้อน และเหมาะสมกับการเขียนโปรแกรมในระบบฝังตัวเนื่องจากมีทรัพยากรในการคำนวณไม่มากเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อย่างไรก็ตาม พิกัดกำลังไฟฟ้า ในส่วนของประมวลผลภาพด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้เพียง 10 วัตต์ ในขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ประมาณ 150 วัตต์ ซึ่งถือว่าระบบที่ออกแบบขึ้น ประหยัดพลังงาน พื้นที่และราคาถูก

กล่าวโดยสรุป ระบบที่พัฒนาขึ้นจะลดการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่ง มีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองพลังงานในงานประมวลผลภาพได้ จากการทดลองพบว่าระบบที่ออกแบบขึ้นมีความแม่นยำสูงและสามารถใช้งานได้ในงานตรวจจับตำแหน่งที่ว่างของที่จอดรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2537