บทที่ 3

ระบบเทเลเท็กซต์

เทเลเท็กซต์ (Teletext) คืออะไร[1]

ระบบเทเลเท็กซต์ในมุมมองของผู้รับชมระบบก็คือหนังสือพิมพ์ทางอากาศ และเป็นระบบที่สามารถนำข่าวหรือสาระบันเทิงอื่น ๆ มาให้ โดยผ่านทางเครื่องรับโทรทัศน์ที่บ้าน ในหัวข้อใด ๆ ก็ได้ที่สนใจ สมมุติว่าต้องการอยากที่จะรู้ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ หากเป็นหนังสือพิมพ์ทั่วไป เราก็ต้องนำหนังสือพิมพ์นั้นมา แล้วเปิดไปหาที่หน้าข่าวธุรกิจ แล้วก็อ่านอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศที่ต้องการ แต่ถ้าหากเราไม่มีหนังสือพิมพ์ฉบับวันนี้ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศที่เราได้จากฉบับก่อน ก็อาจจะไม่เท่ากับอัตราที่เป็นอยู่ในวันนี้ก็ได้ เปรียบเทียบกับระบบเทเลเท็กซต์ ที่เพียงเปิดเครื่องรับสัญญาณเทเลเท็กซต์และเครื่องรับโทรทัศน์ แล้วเลือกข่าวธุรกิจที่ต้องการคือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ก็จะได้อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ต่างประเทศตามต้องการและเป็นอัตราในปัจจุบัน

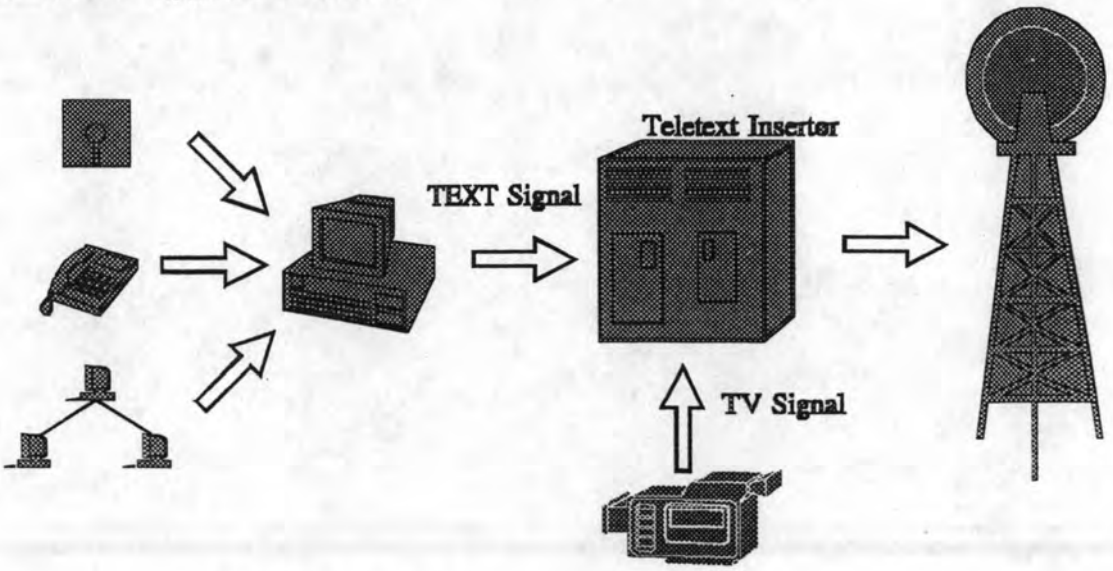
ระบบ ARMTEXT เป็นระบบข้อมูลและข่าวสารเทเลเท็กซต์เพียงระบบเดียวที่มีในประเทศไทย ออกอากาศโดย บริษัท เทเลอินฟอร์เมชั่น จำกัด โดยร่วมกับสถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 แพร่สัญญาณเทเลเท็กซต์พร้อม กับการแพร่ภาพรายการปกติของสถานีโทรทัศน์ ระบบ

---

[1] สายัณห์ ธีรปัญญาวัฒน์, การพัฒนาเครื่องรับเทเลเท็กซต์แสดงผลตัวอักษรไทย/อังกฤษ, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาฯ พศ 2536

เทเลเท็กซต์ทั่วๆไปจะมีข้อมูล ให้รับชมได้อยู่จำนวน 700 หน้า ซึ่งจะรวมเป็นกลุ่มตามชนิดของข้อมูล

<u>สัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณเทเลเท็กซต์</u>

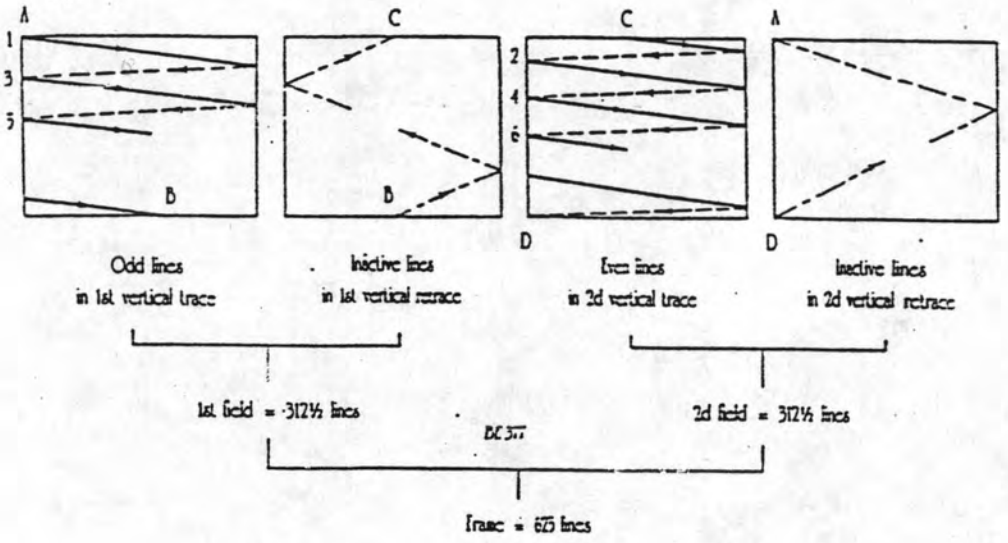


รูปที่ 3-1 ระบบการส่งสัญญาณเทเลเท็กซต์

ระบบการส่งสัญญาณเทเลเท็กซต์นั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-1 กล่าวคือข้อมูล จากแหล่งต่างๆ เช่น การท่าอากาศยาน, ตลาดหลักทรัพย์, ธนาคารแห่งประเทศไทย, สำนักข่าวไทย และอื่นๆ จะถูกส่งผ่านข่ายการสื่อสารทางโทรศัพท์มาที่คอมพิวเตอร์ เพื่อเตรียมให้เป็นข้อมูล ในรูปแบบที่พร้อมจะนำเสนอในระบบเทเลเท็กซต์ รวมทั้งข้อมูลที่สร้างขึ้นด้วยการ ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านพนักงานป้อนข้อมูลโดยตรง ซึ่งอาจเป็นตัวอักษรล้วนๆ หรือรูปกราฟิกก็ได้

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดแบ่งเป็นหน้าๆ ซึ่งอาจประกอบด้วยตัวอักษรหรือภาพกราฟิก สีต่างๆที่ต้องการ ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นๆที่รับเข้ามาอาจต้องมีการปรับปรุงให้ดูดีขึ้น โดยการใส่สีหรือสร้างภาพประกอบ เพื่อให้ดูน่าสนใจแก่ผู้ชม

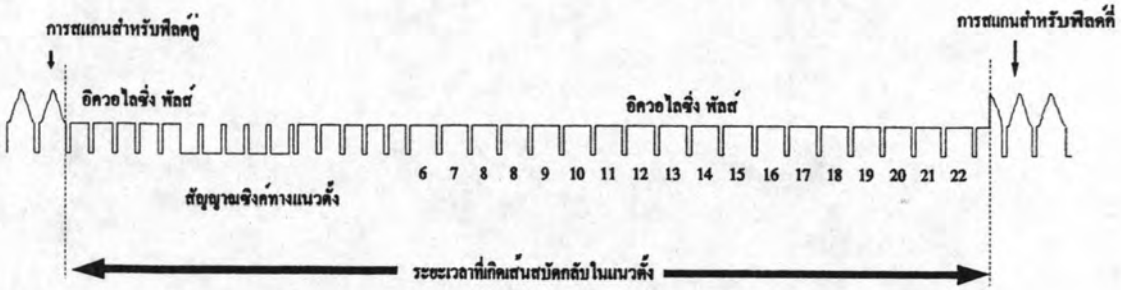
ข้อมูลที่พร้อมจะเผยแพร่จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและสอดแทรกเข้าไปในสัญญาณภาพที่จะทำการออกอากาศในช่วงที่เหมาะสม แล้วออกอากาศด้วยสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ตามปกติแล้วในประเทศไทยใช้การสร้างภาพที่เครื่องรับ ด้วยเส้นในแนวนอนหลายๆเส้นที่เรียกว่า “เส้นสแกน” ตามมาตรฐาน ซีซีไออาร์ ระบบ 625 เส้นต่อหนึ่งภาพ และ 25 ภาพต่อวินาที



รูปที่ 3-2 การสแกนแบบสลับเส้นหรือแบบสอดแทรกระบบ ซีซีไออาร์

รูปที่ 3-2 แสดงวิธีการของเส้นสแกนแบบสอดแทรกของโทรทัศน์ โดยสมมุติว่า เริ่มสแกนจากเฟรมที่เป็นเส้นคี่ ตั้งต้นจากจุด A ซึ่งอยู่ทางซ้าย แล้วกวาดไปทางขวานับเป็นเส้นสแกนที่ 1 ตามด้วยการสบัดกลับในแนวนอน (Horizontal Retrace) แล้วจึงสแกนเส้นที่ 3,5,7,9 และต่อๆไป จนกระทั่งได้เส้นสแกน 313-5 เส้น ซึ่งก็คือสแกนมาถึงจุด B ในภาพ หลังจากนี้การสแกน จะถูกหักเหทางแนวตั้งซึ่งเราเรียกว่า การสบัดกลับในแนวตั้ง (Vertical Retrace)

รูปที่ 3-3 และ 3-4 เปรียบเทียบสัญญาณภาพรวมในช่วงการสบัดกลับในแนวตั้งของสัญญาณโทรทัศน์แบบปกติและแบบที่มีการแทรกสัญญาณเทเลเท็กซต์เข้าไป ช่วงเวลาดังกล่าว จะไม่มีการแสดงภาพ จึงมีแต่เพียงพัลส์ปรับเท่า (Equlizing Pulse) กับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งในแบบปกติเท่านั้น และเป็นช่วงเวลาที่ใช้สอดแทรกสัญญาณเทเลเท็กซต์ โดยจะแทรกในระหว่างเส้นที่ 7-22 ของฟิลด์ที่ 1 และเส้นที่ 320-335 ของฟิลด์ที่ 2

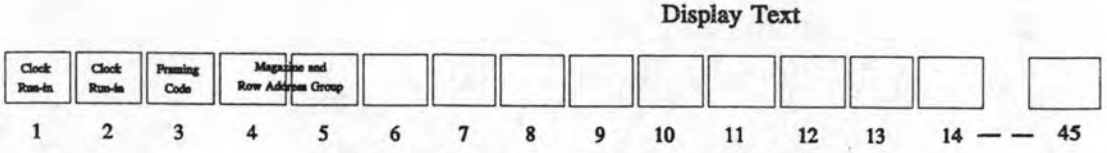


รูปที่ 3-3 แสดงสัญญาณภาพรวมที่มีรายละเอียดทุกอย่าง

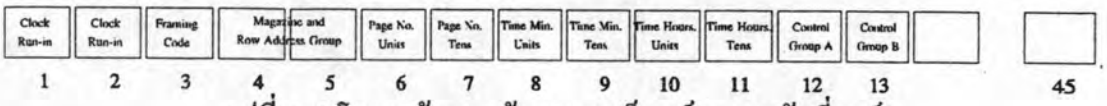
รูปที่ 3-4 สัญญาณโทรทัศน์ที่มีการสอดแทรกสัญญาณเทเลเท็กซ์

สัญญาณเทเลเท็กซ์นี้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีเฉพาะ ค่าตรรก "0" และ "1" เท่านั้น เนื่องจากช่วงเวลาของเส้นสแกนที่ใช้สอดแทรกสัญญาณเทเลเท็กซ์นี้จะต้องส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ต่อไบต์จำนวน 45 ไบต์ให้เสร็จภายในเวลา 52 μS ดังนั้นความกว้างของแต่ละบิตจึงประมาณเท่ากับ 144 nS หรือความเร็วของสัญญาณเทเลเท็กซ์นี้ก็คือ 6.9375 Mbit/S

ในจำนวน 45 ไบต์นี้จะใช้สำหรับแสดงผลเพียง 40 ไบต์หลังเท่านั้น โดยแต่ละไบต์จะเป็นรหัสตัวอักษรขนาด 7 บิตและพาริตี้บิตอีก 1 บิต ส่วนห้าไบต์แรกเป็นข้อมูลควบคุมต่างๆ เช่น เลขหน้าและเลขประจำชุด ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3-5 ซึ่งจะเรียกว่าหนึ่งเส้นข้อมูลและหมายถึง หนึ่งบรรทัดของตัวอักษร ซึ่งแตกต่างจากสัญญาณภาพโทรทัศน์ที่หนึ่งเส้นหมายถึงเส้นสแกนขวางจอเพียงเส้นเดียว



รูปที่ 3-5 โครงสร้างเส้นข้อมูลเทเลเท็กซต์



รูปที่ 3-6 โครงสร้างของข้อมูลเทเลเท็กซต์เฉพาะเส้นที่ศูนย์

จากรูปที่ 3-5 จะเห็นว่าในโครงสร้างข้อมูลเทเลเท็กซต์ 2 ไบต์แรกจะเรียกว่า "Clock run-in" และมีข้อมูลเป็น "1010 1010_2 " โดยใช้บิตที่เปลี่ยนไปนั้นเป็นซิงโครไนซ์บิต (Synchronize Bit Recovery Clock) เพื่อช่วยให้เครื่องรับสามารถปรับจังหวะให้เข้ากับระบบส่งได้ ทำให้ เครื่องรับสามารถแยกจุดสิ้นสุดของแต่ละบิตออกจากจุดเริ่มต้นของบิตถัดไปได้อย่างแม่นยำ โดยที่เครื่องรับจะให้สัญญาณนาฬิกาเป็นตรรก "1" ในระหว่างตำแหน่งกลางของแต่ละบิตที่ส่งออกมา

ไบต์ที่ 3 เรียกว่ารหัสเฟรมมิง (Framing Code) มีข้อมูลเป็น "$1110\ 0100_2$" ใช้เป็นที่บอกจุดเริ่มต้นของแต่ละเฟรมแก่เครื่องรับ โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งออกไป สู่เครื่องรับในลักษณะอนุกรม ที่บิตตัวสุดท้ายของไบต์จะตามด้วยบิตแรกของไบต์ถัดไป เครื่องรับจะต้องสามารถแยกบิตแรกของแต่ละไบต์เพื่อรวมข้อมูลทั้ง 8 บิตได้อย่างถูกต้อง

ไบต์ที่ 4 และ 5 เป็นเลขชุด (Magazine Address) และเลขแถว (Row Address) ที่ใช้แสดงผล โดยเลขชุดจะมีเพียงเลข 1-7 ซึ่งต้องการเพียง 3 บิตและอีก 3 บิตใช้เป็นบิตป้องกันการผิดพลาด และสำหรับเลขแถวใช้ 5 บิตและบิตป้องกันการผิดพลาดอีก 5 บิต บิตป้องกันการผิดพลาดนั้น จะเข้ารหัสแบบ Hamming Code เพื่อป้องกัน การถอดรหัสผิดของเครื่องรับแล้วนำข้อมูล แสดงผลสลับที่ทำให้ผู้ชมได้รับข้อมูลผิดพลาด ไบต์ที่ 6-45 เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงผล ข้อมูลขนาด 7 บิตและพาริตี้ 1 บิต

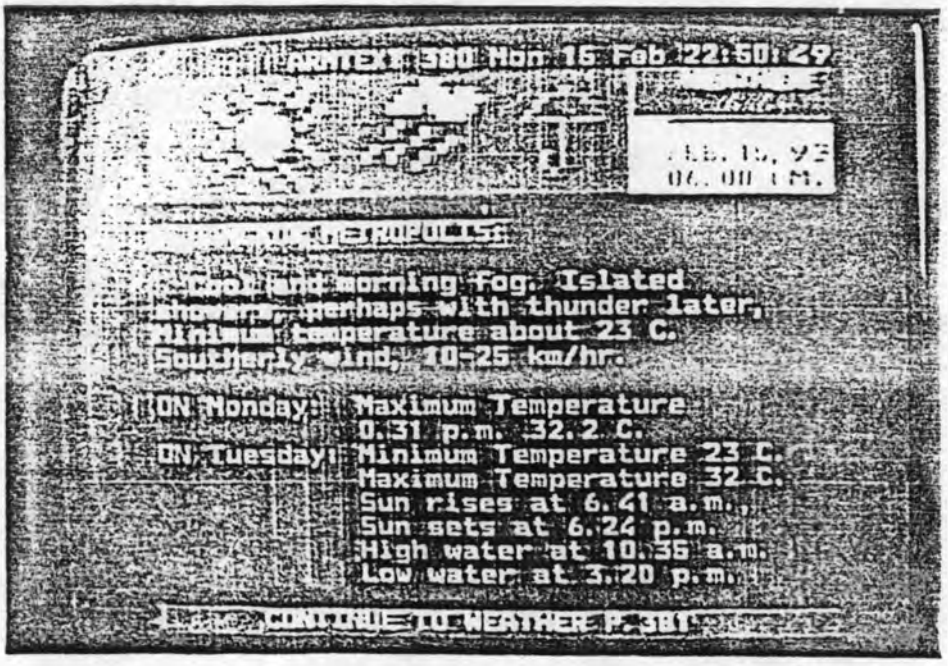
เส้นข้อมูลของแถวที่ 0 หรือที่เรียกว่า "Page Header" จะมีลักษณะแตกต่างจากแถวอื่นๆ คือเป็นที่เก็บเลขหน้าของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3-6 โดยมีไบต์ที่ 6 และ 7 เป็นที่เก็บเลขหน้าหลักหน่วยและสิบตามลำดับ

ไบต์ที่ 8,9,10,11 จะเก็บรหัสเวลา (Time code) ของระบบเริ่มจากหลักหน่วยของนาที, หลักสิบของนาที,หลักหน่วยของชั่วโมงและหลักสิบของชั่วโมงตามลำดับ เวลาของระบบนี้ ไม่จำเป็นจะต้องเกี่ยวข้องกับเวลานาฬิกา ไบต์ที่ 9 ใช้เพียง 3 บิตสำหรับหลักสิบของนาทีที่มีเพียง เลข 0-5 เท่านั้นและ อีก 3 บิตสำหรับป้องกันการผิดพลาดรวมเป็น 6 บิตเท่านั้น ที่เหลืออีก 2 บิต จะใช้เป็นรหัสควบคุม C4 (Erase Page) ซึ่งเป็นรหัสควบคุมที่ระบบส่งจะสั่งให้เครื่องรับ ลบข้อความที่ได้ส่งมาก่อนหน้านี้ออกไป เพื่อไม่ให้สับสนกับข้อความที่จะส่งมาใหม่

ในทำนองเดียวกัน ไบต์ที่ 11 ซึ่งเก็บหลักสิบของชั่วโมงที่มีเพียงเลข 0,1 และ 2 เท่านั้น จึงต้องการ 2 บิตสำหรับเก็บและอีก 2 บิตสำหรับป้องกันการผิดพลาด ส่วนที่เหลือ 4 บิตจะใช้เป็นรหัสควบคุม C5 (New flash indication) และ C6 (Subtitle indication) พร้อมบิตสำหรับตรวจสอบป้องกันการผิดพลาด

ไบต์ที่ 12 และ 13 เรียกว่า Control Group A และ Control Group B ตามลำดับ ทั้งสองไบต์นี้จะประกอบไปด้วยรหัสควบคุม C7-C14 พร้อมบิตสำหรับป้องกันการผิดพลาด

ไบต์ที่ 14-45 จะเป็นข้อมูลที่ใช้แสดงผลในแถวที่ 0 แปดไบต์สุดท้ายจะเป็น ไบต์ที่ใช้แสดงเวลาของนาฬิกา เวลานี้จะไม่เกี่ยวข้องกับเวลาของระบบแต่อย่างใด สังเกตุจากภาพ ตัวอย่างหน้าจอในรูปที่ 3-7 รหัสควบคุม 8 ตัวแรกของแถวที่ 0 จะไม่แสดงผลออกทางจอภาพ



รูปที่ 3-7 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลข้อมูลเทเลเท็กซต์

Hamming Code

ข้อมูลที่มีความสำคัญมากๆเช่น เลขชุด เลขแถว รหัสควบคุมเหล่านี้ จะมีผลต่อการแสดงผลมากหากเกิดความผิดพลาดในการรับ วิธีการหนึ่งที่ใช้แก้ความผิดพลาดก็คือ การส่งข้อมูลนั้นซ้ำ 2 ครั้งหรือมากกว่า เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาเปรียบเทียบกัน หากเหมือนกัน ก็สามารถบอกได้ว่าข้อมูลนั้นถูกต้อง แต่วิธีการนี้จะไม่สามารถป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้ หากความผิดพลาดนั้น เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเหมือนกันทั้งสองครั้ง และยังเป็นวิธีการที่ สิ้นเปลืองอีกด้วย จึงเป็นการดีกว่าหากสามารถรับและตรวจแก้ความผิดพลาดของข้อมูล ได้ในครั้งเดียวกันเลย

สำหรับรหัสตัวอักษรที่ใช้แสดงผลในระบบเทเลเท็กซต์นั้นจะใช้พาริตี้คู่เป็นบิต ตรวจสอบอยู่แล้ว พาริตี้นี้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดได้เพียงครั้งละ 1 บิตเท่านั้น และไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลผิดพลาดที่บิตใด ส่วนเลขชุด เลขแถว เป็นข้อมูลที่มีผลกับความ เร็วและความน่าเชื่อถือของระบบ จึงใช้การเข้ารหัสแบบ Hamming Code ที่พัฒนา โดย Mr. R.W. Hamming แห่ง Bell Telephone Lab. เข้ามาช่วยตรวจแก้ความผิดพลาดของข้อมูล

การเข้ารหัสแบบ Hamming Code สำหรับข้อมูลขนาด 8 บิตจะมีข้อมูลจริงเพียง 4 บิต คือบิตที่ 2,4,6,8 และอีก 4 บิตที่เหลือคือ บิตที่ 1,3,5,7 จะเป็นบิตตรวจสอบบิตข้อมูล โดยจะอยู่เรียงสลับกันดังรูปที่ 3-8

P	M	P	M	P	M	P	M
1	2	3	4	5	6	7	8

รูปที่ 3-8 Hamming Code Format

เราจะเรียกบิตตรวจสอบที่ 1,3,5,7 ว่า Check A, Check B, Check C, Check D ตามลำดับ แต่ละบิตตรวจสอบนี้จะทำงานในตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงในรูปที่ 3-9 ดังนี้:-

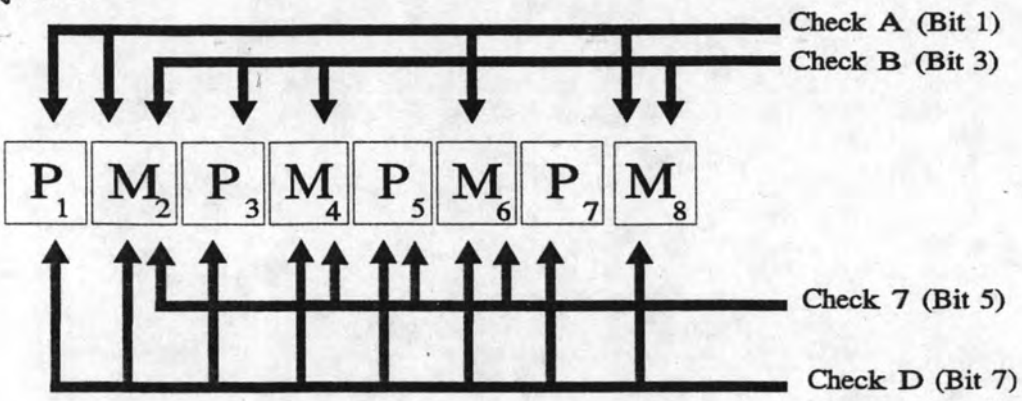
Check A ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 1,2,6,8

Check B ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 2,3,4,8

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Check C ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 2,4,5,6

Check D ตรวจสอบพาริตี้คู่ของทุกบิตในไบต์นั้น ซึ่งตรงกับพาริตี้บิตที่พบในข้อมูลทั่วไป



รูปที่ 3-9 Hamming Code Check Bits

Check A,B,C,D จะช่วยให้เครื่องรับทราบว่ามีการผิดพลาดของข้อมูลที่ได้รับหรือไม่ และสามารถบอกตำแหน่งของบิตที่ผิดพลาดนั้นได้ การแก้ไขก็เพียงแต่กลับบิตนั้นให้ถูกต้อง ดังแสดงในตารางรูปที่ 3-10

ตัวอย่างเช่นข้อมูล 1010_2 เมื่อเข้ารหัส Hamming Code แล้วจะได้ดังนี้

บิตที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ข้อมูล	A	1	B	0	C	1	D	0

Check A ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 1,2,6 และ 8 จึงต้องเป็น "0" เท่านั้น

Check B ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 2,3,4 และ 8 จึงต้องเป็น"1"

Check C ตรวจสอบพาริตี้คู่ของบิตที่ 2,4,5 และ 8 จึงต้องเป็น"0"

จากผลของการเข้ารหัสในสามตัวแรกเราจะได้ข้อมูลเป็นดังนี้

บิตที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ข้อมูล	0	1	1	0	0	1	D	0

Check D เป็นการเข้าพาริตี้คู่ของทุกบิต ดังนั้นจึง "1" เท่านั้น สรุปได้ว่า Hamming Code ของ 1010_2 จะเป็น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บิตที่ 1 2 3 4 5 6 7 8

ข้อมูล 0 1 1 0 0 1 1 0

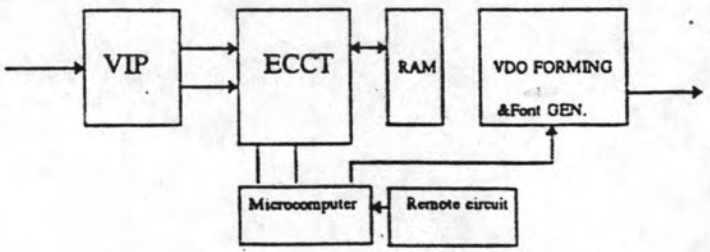
A	B	C	D	ACTION REQUIRED
0	0	0	0	DATA IS CORRECT
1	0	0	0	REJECT DATA TWO OR MORE ERRORS DETECTED IN BYTE
0	1	0	0	
1	1	0	0	
0	0	1	0	
1	0	1	0	
0	1	1	0	
1	1	1	0	
0	0	0	1	INVERT BIT 7
1	0	0	1	INVERT BIT 1
0	1	0	1	INVERT BIT 3
1	1	0	1	INVERT BIT 8
0	0	1	1	INVERT BIT 5
1	0	1	1	INVERT BIT 6
0	1	1	1	INVERT BIT 4
1	1	1	1	INVERT BIT 2

0 = Parity test O K.
1 = Error detected

รูปที่ 3-10 ตารางสรุปผลของ Check Bit ทั้ง 4

เครื่องต้นแบบถอดรหัสเทเลเท็กซต์ไทย-อังกฤษ

ได้มีการศึกษาวิจัยในเรื่อง "การพัฒนาเครื่องรับเทเลเท็กซต์แสดงผลภาษาไทย/อังกฤษ"[1] ซึ่งได้พัฒนาต้นแบบโดยการใช้ VLSI ทำหน้าที่ต่างๆในวงจรและควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่สามารถสั่งการผ่านทางรีโมทคอนโทรล มีผังการทำงานดังรูป



[1] สายัณห์ ธีรปัญญาวัฒน์, "การพัฒนาเครื่องรับเทเลเท็กซต์แสดงผลตัวอักษรไทย/อังกฤษ," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2536),หน้า 18-61

สัญญาณภาพรวมที่มีสัญญาณเทเลเท็กซต์แทรกอยู่ด้วย จะถูกป้อนให้ VIP ทำการแยกข้อมูลเทเลเท็กซต์ออกจากสัญญาณภาพรวม แล้วป้อนให้กับ ECCT (Enhance Computer controlled Teletext: SAA5246) ซึ่งจะทำงานภายใต้การควบคุมของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการถอดรหัส,ตรวจสอบความผิดพลาด แล้วเลือกข้อมูลเฉพาะที่ต้องการ เพื่อใช้แสดงผลต่อไป แต่การแสดงผลเทเลเท็กซต์ภาษาไทยนั้น ยังไม่มีการพัฒนาวงจรไอซีที่ทำงานได้อย่างถูกต้อง จึงจำเป็นต้องใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในการประมวลผลข้อมูลเทเลเท็กซต์และควบคุมภาคการแสดงผลที่มีฟอนต์ภาษาไทยอยู่ด้วย

จากเครื่องต้นแบบในงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า จำเป็นต้องมีอุปกรณ์,วงจรต่างๆ รวมกันหลายส่วน เช่น วงจรของไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรแสดงตัวอักษรไทย/อังกฤษ เป็นต้น เข้าช่วยในการทำงานในหน้าที่ต่างๆกัน ในวิทยาพนธ์นี้ได้ใช้ภาษาวีเอชดีแอลออกแบบจำลองการทำงานบางส่วนที่จำเป็นของ ECCT ไมโครคอมพิวเตอร์ รวมทั้งส่วนแสดงตัวอักษรไทย/อังกฤษ และสังเคราะห์รวมไว้ในตัวไอซีตัวเดียวนี้ จึงเป็นตัวอย่างการใช้ภาษาวีเอชดีแอลออกแบบวงจรรวมที่มีขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดี