

Gpss 의 受信機 開發을 為한 PN code 發生器에 關한 研究

金 昌 植

A study on the PN Code Generator for the
Development of the Gpss Receiver

Chang-sik Kim

目 次

記號說明

Abstract

1. 序 論
 2. Gpss 方式의 構成 및 信號
 2. 1 Gpss 方式의 構成
 2. 1. 1 宇宙部分
 2. 1. 2 地上管制部分
 2. 1. 3 利用者部分
 2. 2 Gpss 의 信號
 2. 2. 1 信號의 構造
 2. 2. 2 信號의 受信
 3. PN Code 發生器에 關한 考察
 3. 1 PN code 發生을 위한 M-系列 發生器
 3. 2 計算機 Simulation 에 依한 考察
 3. 3 檢 討
 4. Gold code 發生器의 設計
 4. 1 Gold code 發生器의 提案
 4. 2 計算機 Simulation 에 依한 考察
 4. 3 檢 討
 5. 結 論
- 參考文獻

1. 序 論

現在 船舶이나 航空機에서의 船位決定方式으로는 電波航法方式이 主宗을 이루어 利用되고 있지만 아직까지 測定時期와 場所의 制約을 전혀 받지 않으면서 高精度의 位置를 決定하는 方式은 採擇되고 있지 않는 實情이며, 特히 最近에 脚光을 받고 있는 衛星航法인 NNSS 조차도 2時間에 한 번 平均 10餘分이라는 觀測時間의 制約과 觀測者의 移動誤差가 시스템誤差에 크게 反映 된다는 制約을 갖고 있다. 이와같은 制約을 解決하고 全 世界的으로 24時間 連續 高精度의 3次元의 位置를 測定할 수 있는 NAVSTAR/GPSS 방식은 NNSS의 다음 世代의 航行衛星 方式이 될 것으로 期待된다. NAVSTAR/GPSS는 NAVIGATION SYSTEM with TIME AND RANGING 및 GLOBAL POSITIONING SATELLITE SYSTEM이라는 이름이 그 시스템의 特徵을 잘 나타내 주고 있으며 美國防省이 空軍을 主軸으로 하여 海軍, NASA, FAA, 많은 製造會社와 大學의 研究所의 協助를 얻어 1974년부터 軍用을 目的으로 해서 段階的으로 開發해 오고 있으며 1985年 以後에는 全面 運用할 計劃으로 알려지고 있다. GPSS의 全貌는 屢次로 發表되고 있지 않지만 언젠가 期待되는 民間用에의 開放을 豫測하여 各國에서는 소프트웨어의인 研究가 活潑히 進行되고 있는 것으로 알려져 있다.

GPSS의 民間 利用에는 GPSS에서 採用되고 있는 Spread spectrum 變調方式의 PN Code (Pseudo Noise code)를 公開하는 것과 이 code에 變調하여 搬送될 data의 意味를 公開하는 것이 關鍵이 되며 PN code의 公開와 同時에 受信機가 開發되기 爲해서는 信號 發生器에 關한 基礎 研究가 先行되어야 할 것으로 判斷된다.

本 論文은 GPSS 受信機 開發의 基礎研究의 一環으로 컴퓨터 시뮬레이션에 依해 最長系列(Maximal Length Null Sequence)發生器의 特徵을 考察하고 M-系列 PN code 發生器를 並列連結한 Gold code 發生器에서 PN code를 發生시켜 各各의 衛星에 割當된 固有의 信號와 受信機內에서 發生된 PN code와의 相關關係를 研究하고 最長系列의 信號를 出力시키기 爲한 Shift Register Tap의 結合方法에 對해서 考察하였다.

研究의 方法은

1. M-系列 PN code 發生器에서 發生되는 信號中에서 最長系列의 信號를 發生시키는 Tap의 結合에 對해서 考察하고,
2. Gold code 發生器를 조립 하였을 때의 最長系列의 信號를 發生시키는 Tap의 結合方法에 對해서 考察하여
3. Gold code의 한쪽 發生器(G_1)에서 發生되는 信號의 出力과 다른 쪽 發生器(G_2)에서 出力되는 信號를 $1 \sim (2^n - 2)$ bit 까지 1 bit씩 shift시켜 發生된 信號와 2進 加算해서 出力되는 信號中에서 最長系列의 信號가 發生되는 境遇의 Register 結合段數에 對해서 考察하였다.

위와 같은 方法으로 出力된 信號의 特徵을 檢討해본 結果 Gpss 受信機에서의 信號發生器로는 各 衛星에 割當되는 M-系列 PN code 發生器를 各各 內藏시키기 보다는 Gold code 發生器의 G_2 發

生器에서 出力된 信號를 各 衛星마다 各各 別途의 段數를 shift 해서 G₁發生器에서 發生된 最長系
列의 信號와 結合하는 것이 經濟的으로나 實用的으로 바람직 함을 알았다.

2. Gps 方式의 構成 및 信號

2 · 1 Gps 方式의 構成

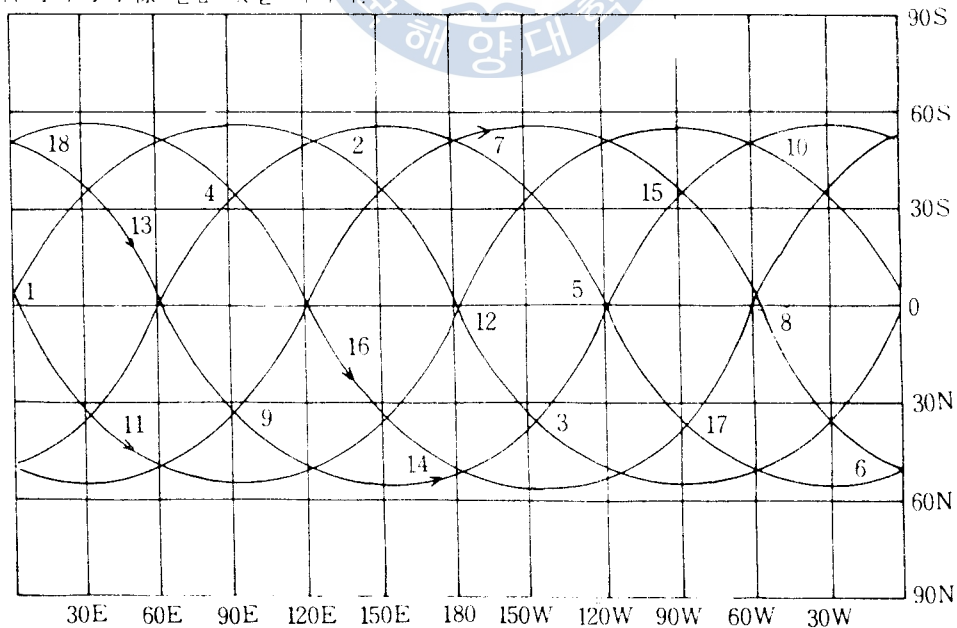
2·1·1 宇宙部分

Gps의 宇宙部分은 18機의 衛星이 6軌道面에 Fig(2-1)과 같이 配置되어 있으며 6個의 軌
道面의 昇交點赤經은 60°間隔이고 各 軌道面에는 120°의 均一한 間隔의 3機의 衛星이 高度 約 20
183km에 떠 있다.

Gps 衛星의 公轉周期은 11^h57^m58.3^s이고 이는 太陽時와 恒星時와의 摂動에 따른 軌道曆의 變
化 約 11.5"/年을 考慮한 것이며, 衛星은 每日 地球上의 같은 場所의 上空을 通해서 地球를 2周回
하도록 正確히 調整되어 있다.²

衛星은 周回 하면서 各己 自己의 位置座標, Timing 情報을 L₁, L₂ Band 2種類의 周波數를 使
用해서 地球로 向하여 送信하고 있다. 地球에서는 어느곳에서든 任意의 時間에 最小仰角 5° 미
나에서 同時에 4個 以上の 衛星으로부터의 信號를 受信할 수 있으며 位置의 精度가 가장 좋은 衛
星의 配置는 Fig(2-2)와 같이 6面體의 體積이 最大가 될 때이다.³

이때는 1個의 衛星이 利用者의 Zenith에 있고 다른 3個는 120°씩 떨어져 있으며 利用者의 안
테나의 仰角이 水平線 만큼 낮을 때이다.



Fig(2-1) 6軌道面의 18個 衛星의 配置

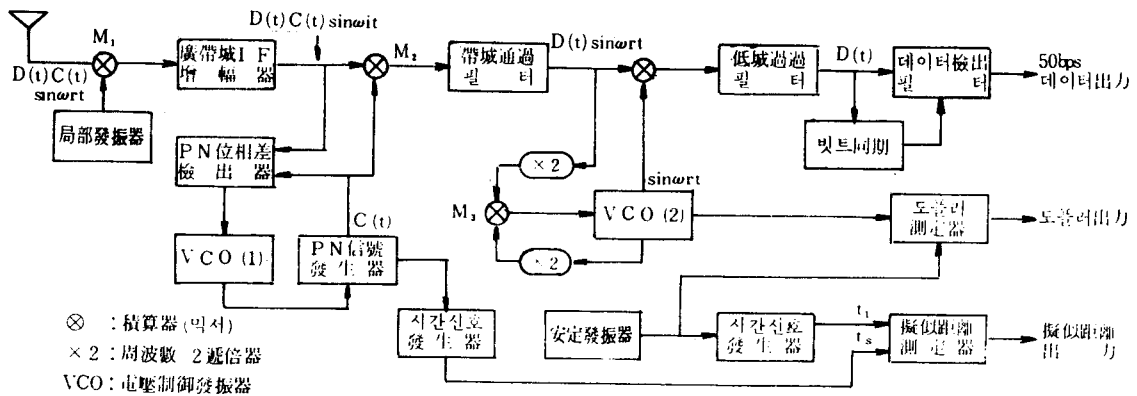


Fig (2 - 5) 商船用 受信機의 블록선도

GPSS 受信機에서의 測位 原理는 다음과 같다.⁶⁾

$$(X_1 - UX)^2 + (Y_1 - UY)^2 + (Z_1 - UZ)^2 = R_1^2 = C^2 (\Delta T_1 - CB)$$

$$(X_2 - UX)^2 + (Y_2 - UY)^2 + (Z_2 - UZ)^2 = R_2^2 = C^2 (\Delta T_2 - CB)$$

$$(X_3 - UX)^2 + (Y_3 - UY)^2 + (Z_3 - UZ)^2 = R_3^2 = C^2 (\Delta T_3 - CB)$$

$$(X_4 - UX)^2 + (Y_4 - UY)^2 + (Z_4 - UZ)^2 = R_4^2 = C^2 (\Delta T_4 - CB)$$

受信機에서는 利用者의 位置 UX, UY, UZ를 韓度, 經度, 高度의 3個의 地理座標로 變換시켜 表示한다.

2 · 2 GPSS의 信號

2 · 2 · 1 GPSS의 信號構造

GPSS로 부터의 航法用 信號의 周波數는 LBand이며 (2-2)式과 같이 電離層 屈折에 따른 誤差를 補正하기 爲하여 L₁, L₂ 2個의 周波數에서 送信을 한다.⁷⁾

$$\Delta \gamma \leq \gamma GDL_2 - \gamma GDL_1 = \frac{A}{fL_1^2} \frac{1}{1.5336} = \gamma \frac{GDL_1}{1.5336} \dots \dots \dots (2-2)$$

GPSS에서는 2種의 PN code에 變調된 航法 信號를 搬送波에 실어서 送信하고 있다.

한個는 P(혹은 PSS)信號로써 妨害, 多徑路傳搬(multipass) 및 雜音에도 強하고 10m 程度의 測位精度에서 位置決定을 하는 信號로 主로 軍用에 使用될 것으로 豫想된다.

다른 한個는 C/A信號로써 概略 測定用으로 測位精度 約 100m以內를 目標로 하며 迅速 同期用의 信號로 GPSS의 信號를 受信하는 境遇 먼저 이 C/A信號를 受信하여 同期를 하고 data를 解讀한 後에 그 同期點 附近에서 P信號를 利用하여 다시 精密 同期를 하게된다. L₁電波에는 P信號 및 C/A信號가 서로 直交한 位相關係로 變調되어 있으며 Fig(2-6)의 L₂信號는 P信號의 傳用이다.

P信號와 C/A信號는 같은 周波數의 搬送波에 變調되어 있으며 그 變調式은 (2-3)式과 같다.

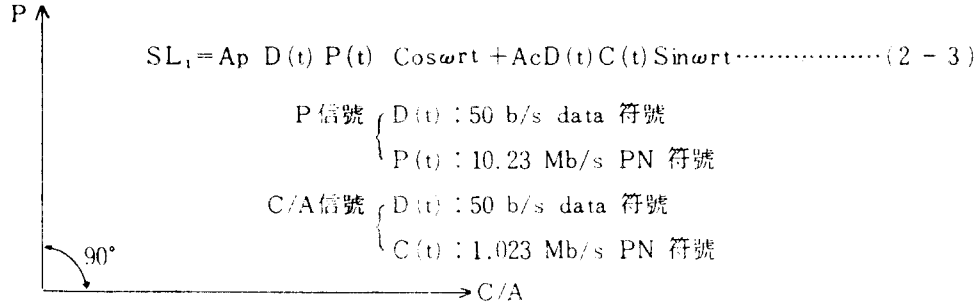


Fig (2-6) GPSS 信號의 構成

Table (2-1)은 GPSS 衛星으로부터의 送信信號의 性質을 나타내고 있으며, L₁의 周波數는 10.23MHz × 154 = 1575.42MHz, L₂는 10.23MHz × 120 = 1227.6MHz 이며 두 周波數의 比는 154 : 120이다.

Table (2-1) Gps 衛星으로부터의 送信信號의 性質

송신주파수	변조 bit 속도			신호의 지상에서 최소 수신감도		Code period	
	P 신호	C/A 신호	항법데이터	P 신호	C/A 신호	P 신호	C/A 신호
L ₁ (1575.42MHz)	10.23Mb/s	1.023Mb/s	50 b/s	-163 dBW	-160dBW	≈ 6 × 10 ¹² (1 Week)	1023
L ₂ (1227.6 MHz)	10.23Mb/s	변조없음	50b/s	-166 dBW	-		

Fig (2-7)은 L₁, L₂ 周波數帶의 周波數 스펙트럼을 나타내고 있다.

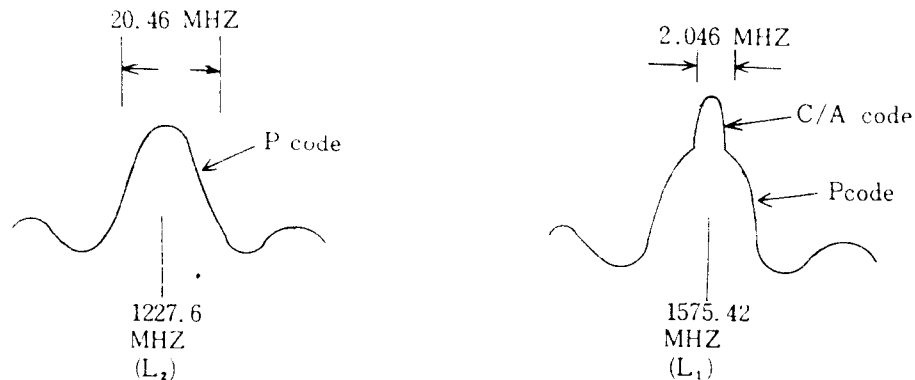
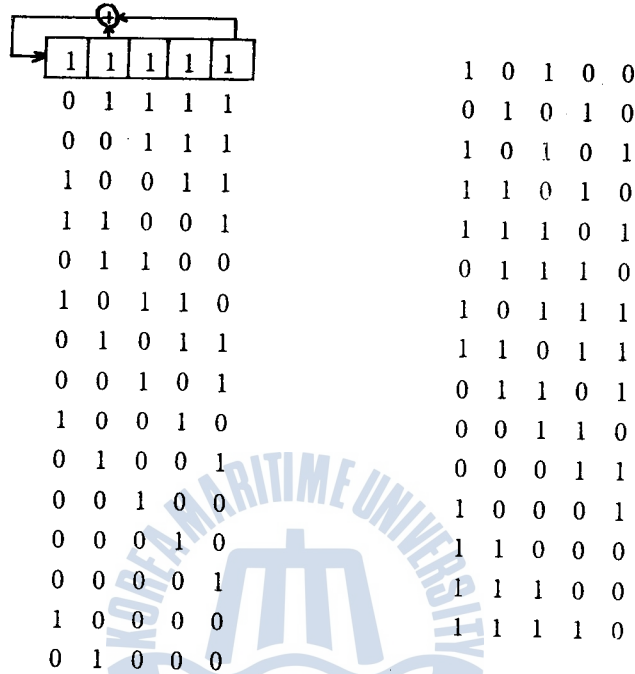


Fig (2-7) GPSS 信號의 周波數 스펙트럼

Table (3 - 1) 5段의 Shift Register에서 最後段의 出力과 2段의 出力을 結合해서 信號를 發生시키는 原理



3. 2 計算機 Simulation에 依한 考察

本 研究에서는 最長系列의 信號를 出力시키기 위하여 Register Tap의 結合方法을 다음과 같은 方法으로 하여 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다.

- (1) 信號의 發生은 Fig (3 - 1)의 M-系列 PN code 發生器에 依하였다.
- (2) 最長系列의 信號라 함은 Table (3 - 2)에 나타나 있는 것 처럼 2進符號(0과1)가 $2^n - 1$ 의 길이 內에서 週期的인 反復없이 出力되고 週期的 區間이 $2^n - 1$ 인 경우이다.

Table (3 - 2) 5段의 Shift Register에서의 最長系列의 信號

①	1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1
②	1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0
③	1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0

Table (3 - 2)의 ① 은 最長系列의 信號가 出力된 경우이다.

② 는 111100의 信號가 反復되기 때문에 最長系列의 信號가 아니다.

③ 은 $2^n - 1$ 길이의 週期的인 區間이 없기때문에 最長系列의 信號가 아니다.

(3) 初期值를 All zero로 하였을 때는 出力信號에 變化가 없으므로 初期值는 All zero外의 것을 擇해야 한다.

本 研究에서는 初期值를 All one으로 하였다.

(4) Tap의 結合數는 最後段의 것을 包含해서 倚數個 일때는 Table (3 - 3)과 Table (3 - 4)와 같이 最長系列의 信號가 發生하지 않으므로 偶數個로 하였다.

Table (3 - 3) 5段의 Register에서 倚數個의 結合(初期值 all one)

結合段數	出 力 信 號
1,2,5	111111111 111111111 111111111 111111111 111111111
1,3,5	111111111 111111111 111111111 111111111 111111111
1,4,5	111111111 111111111 111111111 111111111 111111111
2,3,5	111111111 111111111 111111111 111111111 111111111
2,4,5	111111111 111111111 111111111 111111111 111111111

Table (3 - 4) 任意的 初期值에서 倚數個의 結合

Register 段數 5			Register 段數 6		
初 期 值	Tap 結合	反復週期	初 期 值	Tap 結合	反復週期
1 0 0 0 0	1, 2, 5	14	1 1 1 1 0 0	1, 2, 6	31
	1, 3, 5	15		1, 3, 6	14
	1, 4, 5	4		1, 4, 6	21
	2, 3, 5	14		1, 5, 6	10
	2, 4, 5	15		2, 3, 6	31
	3, 4, 5	15		2, 4, 6	8
0 0 1 0 1	1, 2, 5	11	1 1 1 0 0 0	2, 5, 6	22
	1, 3, 5	15		3, 4, 6	32
	1, 4, 5	8		3, 5, 6	28
	2, 3, 5	12		4, 5, 6	31
	2, 4, 5	28		1, 2, 3, 4, 6	15
	3, 4, 5	14		1, 2, 3, 5, 6	12
1 1 1 0 0	1, 2, 5	7	1 1 1 1 1 0	2, 3, 4, 5, 6	23
	1, 3, 5	15		1, 2, 3, 4, 6	15
	1, 4, 5	8		2, 3, 3, 5, 6	30
	2, 3, 5	6		1, 2, 4, 5, 6	30
	2, 4, 5	15		1, 2, 3, 4, 6	15
	3, 4, 5	11		1 1 1 1 0 0	2, 3, 4, 5, 6

3 · 3 檢 討

計算機 시뮬레이션에 의해 M-系列 PN code 發生器에서 發生된 最長系列의 數를 Table (3 - 8) 에 나타내었다.

Table (3 - 8) M-系列 PN code 發生器에서 發生된 最長系列의 回數

Register 段數	2	3	4	5	6	7	8	9
2 個의 結合	1	2	2	2	2	4	-	2
4 個의 結合	-	-	-	4	5	10	12	16
6 個의 結合	-	-	-	-	-	4	4	27
8 個의 結合	-	-	-	-	-	-	-	2
最長系列 ($2^n - 1$)	3	7	15	31	63	127	255	511
最後段과 結合할 수 있는 경우	1	2	3	8	15	30	43	85
最長系列이 出力되는 數	1	2	2	6	7	18	16	48
%	100	100	66	75	46	60	37	56

以上과 같이 研究檢討 해본 結果 다음과 같은 事實을 確認하였다.

- (1) 最長系列의 信號가 發生된 境遇에 있어서의 Tap의 結合은 任意的 段과 반드시 最後段의 Tap과 結合해야 되지만 最後段의 Tap과 結合하여도 最長系列의 信號가 出力되지 않는 境遇도 있다.
- (2) Register의 段數가 많을 境遇 最長系列의 信號가 發生되는 境遇의 總數는 많지만 百分率이 높은것은 아니다.
- (3) Register의 段數가 素數인 境遇 最長系列의 信號가 出力되는 Tap의 結合 總數는 $\frac{2^n - 2}{n}$ 이다.

Table (3 - 9)에서는 最長系列의 信號가 發生되는 Tap의 結合을 나타내었다.

Table (3 - 9) M-系列 發生器에서 發生된 最長系列의 結合

結合 레지스터 段數	2 個 結合	4 個 結合	6 個 結合	8 個 結合	最長系列이 出力되는 數
2	(1, 2)				1
3	(1, 3)				2
	(2, 3)				
4	(1, 4)				2

	(3, 4)							
5	(2, 5) (3, 5)	(1, 2, 3, 5) (1, 2, 4, 5) (1, 2, 4, 5) (1, 3, 4, 5) (2, 3, 4, 5)					6	
6	(1, 6) (5, 6)	(1, 2, 5, 6) (1, 3, 4, 6) (1, 4, 5, 6) (2, 3, 5, 6)						
7	(1, 7) (3, 7) (4, 7) (6, 7)	(1, 2, 3, 7) (2, 3, 6, 7) (1, 2, 5, 7) (3, 4, 5, 7) (1, 3, 5, 7) (4, 5, 6, 7) (1, 3, 6, 7) (1, 4, 6, 7) (2, 3, 4, 7) (2, 4, 6, 7)	(1, 2, 3, 4, 5, 7) (1, 2, 3, 5, 6, 7) (1, 2, 4, 5, 6, 7) (2, 3, 4, 5, 6, 7)				8	
8	없음	(1, 2, 7, 8) (3, 5, 7, 8) (1, 3, 5, 8) (4, 5, 6, 8) (1, 5, 6, 8) (2, 3, 4, 8) (1, 6, 7, 8) (2, 5, 6, 8) (2, 3, 5, 8) (2, 3, 6, 8) (2, 3, 7, 8) (3, 5, 6, 8)	(1, 2, 3, 4, 6, 8) (1, 2, 3, 5, 7, 8) (1, 3, 5, 6, 7, 8) (2, 4, 5, 6, 7, 8)				16	
9	(1, 9) (5, 9)	(1, 2, 7, 9) (3, 5, 6, 9) (1, 3, 4, 9) (1, 5, 8, 9) (1, 4, 5, 9) (4, 6, 7, 9) (1, 4, 8, 9) (5, 6, 8, 9) (1, 5, 7, 9) (1, 5, 8, 9) (2, 3, 5, 9) (2, 4, 7, 9) (2, 4, 8, 9) (2, 5, 7, 9) (2, 7, 8, 9) (3, 4, 6, 9)	(1, 2, 3, 4, 6, 9) (1, 4, 5, 6, 8, 9) (1, 2, 3, 4, 8, 9) (1, 5, 6, 7, 8, 9) (1, 2, 3, 5, 6, 9) (2, 3, 5, 6, 8, 9) (1, 2, 3, 5, 7, 9) (2, 3, 4, 5, 7, 9) (1, 2, 3, 6, 7, 9) (2, 3, 6, 7, 8, 9) (1, 2, 3, 6, 8, 9) (2, 4, 5, 6, 8, 9) (1, 2, 3, 7, 8, 9) (2, 4, 5, 7, 8, 9) (1, 2, 4, 5, 6, 9) (2, 4, 6, 7, 8, 9) (1, 2, 4, 5, 7, 9) (3, 4, 5, 6, 7, 9) (1, 2, 6, 7, 8, 9) (3, 4, 5, 7, 8, 9) (1, 3, 4, 5, 8, 9) (3, 4, 6, 7, 8, 9) (1, 3, 4, 6, 7, 9) (3, 5, 6, 7, 8, 9) (1, 3, 4, 6, 8, 9) (1, 3, 5, 6, 8, 9) (1, 3, 6, 7, 8, 9)	(1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9) (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)				48

4. Gold Code 發生器의 設計

4 - 1 Gold Code 發生器의 提案

GPSS의 PN code 發生器로는 Gold code 發生器가 適合한 것으로 알려져 있다.

이것은 2個의 M-系列 PN code 發生器의 出力을 加算器에서 2進 加算해서 그 結果를 出力으로 使用하는 方式이며 Fig (4 - 1)에 示하였다.

Table (4 - 3) M-系列 PN code發生器에서 G_1, G_2 의 發生器가 모두 最長系列의 信號가 發生되지 않는 結合(이때는 $(2^n - 1)$ 의 길이 内에서 週期的인 區間이 없고 最長系列의 信號가 出力되지 않았음).

Register 段 數		5			
結合 段 數	G_1	1,2	G_2	1,2,3,4	
number of shifted bits	number of 1	o u t p u t s			
0	11	0000000010	1100110100	0001011001	1010
1	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
2	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
3	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
4	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
5	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
6	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
7	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
8	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
9	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
10	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
11	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
12	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
13	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
14	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
15	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
16	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
17	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
18	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
19	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
20	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
21	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
22	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
23	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
24	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
25	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
26	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010
27	11	0001010000	0101100110	1000001011	0011
28	13	0010010110	0110100000	1011001101	0000
29	11	0100011010	0000101100	1101000001	0110
30	12	1000000010	1100110100	0001011001	1010
31	11	0000110011	0100000101	1001101000	0010

Table (4 - 4) M-系列 PN code 發生器에서 G_1 은 最長系列의 信號가 發生되지 않은 것이고 G_2 는 最長系列의 信號가 發生된 것과의 結合 (이때는 $(2^m - 1)$ 의 週期的인 信號의 間隔이 되고 最長系列의 信號가 出力되지 않았음).

Register 段 數	5			
結合 段 數	G_1	4,5	G_2	2,3,4,5
number of shifted bits	number of 1	outputs		
0	16	0000000101	1101101110	0010110111 1111
1	16	0000101000	1001110011	1101111110 0111
2	12	000110010	0001001000	0011101101 0111
3	18	0011000111	0000111111	1111001011 0110
4	14	0110101101	0011010000	0110000111 0100
5	18	110111001	0100001111	0100011111 0001
6	16	1011010001	1010110001	0000101111 1010
7	14	0110001000	0111001101	1001001110 1100
8	14	1100100011	1100110100	1010001100 0001
9	14	1001100100	1011000110	1100001001 1011
10	10	0011101010	0100100010	0000000010 1110
11	18	0111110111	1011101011	1000010100 0100
12	16	1111001100	0101111000	1000111001 0000
13	20	1110111011	1001011110	1001100011 1000
14	14	1101010100	0000010010	1011010110 1001
15	16	1010001011	0010001010	1110111100 1010
16	15	0100110101	0110111010	0101101000 1101
17	14	1001001001	1111011011	0011000000 0011
18	14	0010110000	1100011001	1110010001 1110
19	12	0101000010	1010011100	0100110010 0101
20	16	1010100110	0110010111	0001110101 0010
21	20	0101101111	1110000001	1011111010 1101
22	20	1011111100	1110101100	1111100110 0010
23	22	0111011010	1111110110	0111011101 1100
24	16	1110010110	1101000011	0110101010 0000
25	14	1100001110	1000101001	0101000101 1001
26	18	1000111110	0011111101	0010011010 1011
27	16	0001011111	0101010101	1100100100 1111
28	10	0010011101	1000000100	0001011000 0110
29	12	0100011000	0010100111	1010100001 0101
30	14	1000010011	0111100000	1101010011 0011
31	16	0000000101	1101101110	0010110111 1111

Table (4-7) G_1, G_2 에서 같은 數의 結合

Register 段 數		6						
結 合 段 數		G_1	1, 6	G_2	5, 6			
最長系列出力回數		47						
number of Shifted bits		number of 1				outputs		
1	30	0000010101	1110000011	0001001100	1111111100	1100100011	0000011110	101
2	38	0000110100	0110101010	1111101111	0110110111	1011111010	1010110001	011
3	34	0001110111	0111111001	0010101000	0100100001	0101001001	1111101110	111
4	30	0011110001	0101011110	1000100110	0000001100	1000101111	0101010001	111
5	34	0111111101	0000010001	1100111010	1001010111	0011100010	0000101111	111
6	34	1111100101	1010001111	0100000011	1011100000	0101111000	1011010011	111
7	36	1111010100	1110110010	0101110001	1110001110	1001001101	1100101011	110
8	32	1110110110	0111001000	0110010101	0101010011	0000100111	0011011011	100
9	32	1101110011	0100111100	0001011100	0011101000	0011110010	1100111011	000
10	36	1011110001	0011010100	1111001110	1110011110	0101011001	0011111010	000
11	32	0111101101	1100000101	0011101011	0101110010	1000001110	1101111000	000
12	26	1111000100	0010100110	1010100000	0010101011	0010100001	0001111100	001
13	36	1110010111	1111100001	1000110110	1100011000	0111111110	1001110100	010
14	32	1100110000	0001101111	0001111110	0001111110	1101000001	1001001000	100
15	32	1001111111	0101110011	1010110011	1010110011	1000111111	1001000101	000
16	28	0011110000	1101001010	0111110111	1100101001	0011000011	1000000110	000
17	26	0111011100	1000111000	0010011001	0000011100	0100111011	1010000000	001
18	34	1110100110	1011011100	1001000100	1000111010	1011011011	1110001100	011
19	36	1101010010	1000010101	1111111111	1010100011	0100101011	0110010100	110
20	28	1010111010	0010000111	0010001001	1100001000	1011101010	0110100101	100
21	32	0101101011	1110100010	1001100101	0001011111	0101101000	0111000111	000
22	30	1011001000	0111101001	1110111100	1011110000	1001101100	0100000010	001
23	32	0110001111	0101111111	0000001111	1110101111	0001100100	0010001000	010
24	26	1100000001	0001010010	1101101001	0100010000	0001110100	1110011100	101
25	28	1000011101	1000001001	0110100100	0001101110	0001010101	0110110101	010
26	28	0000100100	1010111110	0000111110	1010010010	0000010110	0111100110	100
27	26	0001010110	1111010000	1100001011	1101101010	0010010000	0101000001	001
28	26	0010110010	0100001101	0101100001	0010011010	0110011100	0000001110	011
29	34	0101110111	0010110110	0110110100	1101111010	1110000100	1010010000	111
30	38	1011101001	1111000000	0000011111	0010111011	1110110101	1110101101	111
31	36	0111001100	0100101100	1101001000	1100111001	1111010111	0111010111	110
32	34	1110000111	0011110101	0111100111	0000111101	1100010010	0100100011	101
33	28	1100010001	1101000110	0010111000	1000110101	1010011000	0011001011	010
34	24	1000111100	0000100000	1000000111	1000100101	0110001100	1100011010	100
35	32	0001100111	1011101101	1101111001	1000000100	1110100101	0010111001	000
36	38	0011010000	1101110111	0110000101	1001000111	1111110110	1111111110	001
37	30	0110111110	0001000010	0001111101	1011000001	1101010001	0101110000	011
38	34	1101100011	1000101000	1110001101	1111001101	1000011110	0001101100	111
39	32	1011011000	1011111101	0001101010	0111010101	0010000000	1001010101	110
40	36	0110101110	1101010110	1110101100	0111100100	0110111101	1000100111	100
41	26	1101000010	0000000001	0000101110	0110000110	1111000111	1011000011	001
42	32	1010011011	1010101110	1100101010	0101000011	1100110011	1100001010	010
43	28	0100101000	1111110001	0100100010	0011001001	1011011011	0010011000	100
44	34	1001001110	0101001110	0100110010	1111011101	0100001010	1110111101	001
45	28	0010000011	0000110000	0100010011	0111110100	1010101110	0111101110	010
46	30	0100011001	1011001100	0101010000	0110100111	0111100000	0101100000	101
47	26	1000101100	1100110100	0111010110	0100000000	1101111100	0001001101	011
48	28	0001000110	0011000100	0011011010	0001001111	1001110101	1000010110	110
49	26	0010010011	1100100100	1011000010	1011010001	0001010111	1010100001	101
50	38	0100111000	0011100101	1011110011	1111101100	0000110011	1111001111	011
51	34	1001101111	1101100111	1010010001	0110010110	0011010011	0100010010	111
52	24	0011000000	0001100011	1001010100	0101100010	0100011010	0010101001	110
53	38	0110011111	1001101011	1111011110	0010001010	1010001000	1111011111	101
54	34	1100100000	1001111011	0011001010	1101011011	0110101101	0100110011	011
55	36	1001011110	1001011010	1011100011	0011111000	1111100110	0011101010	110
56	32	0010100010	1000011001	1010110000	1110111111	1101110000	1101011001	100
57	34	0101011010	1010011111	1000010111	0100110001	1001011101	0000111111	001
58	30	1010101010	1110010011	1101011000	0000101101	0000000110	1011110010	011
59	28	0101001010	0110001011	0111000110	1000010100	0010110001	1101101000	110
60	38	1010001011	0110111010	0011110111	1001100110	0111011111	0001011101	101
61	24	0100001001	0111011000	1010000001	1010000010	1100000010	1000110111	010
62	34	1000001101	0100011101	1001110101	1101001011	1010111001	1011100019	101

4 · 3 檢 討

컴퓨터 시뮬레이션에 의해 Gold code 발생기에서 발생된 최장계열의 횟수와 각각의 M-系列 PN code 발생기에서의 Tap의 결합을 Table (4 - 11)에 나타내었다.

Table (4 - 11) Gold code 발생기에서 발생된 最長系列의 回數

Register 段數	$G_2 \backslash G_1$		2, 5		3, 5		1, 2, 3, 5		1, 2, 4, 5		1, 3, 4, 5			
	5	1, 2, 3, 5		14		15		1		15		15		
1, 2, 4, 5		15		15		15		1		5				
1, 3, 4, 5		15		15		15		5		1				
2, 3, 4, 5		15		14		5		15		15				
6	$G_2 \backslash G_1$		1, 6		5, 6		1, 2, 5, 6		1, 3, 5, 6		1, 4, 5, 6		2, 3, 5, 6	
	5, 6		11		1		27		27		46		47	
	1, 2, 5, 6		46		27		1		26		11		47	
	1, 3, 4, 6		47		27		26		1		47		11	
	1, 4, 5, 6		27		46		11		47		1		26	
	2, 3, 5, 6		27		47		47		11		26		1	
7	$G_2 \backslash G_1$		1, 7		3, 7		4, 7		6, 7		1, 2, 3, 7			
	1, 7		1		63		63		14		63			
	3, 7		63		1		14		63		63			
	1, 2, 3, 7		63		63		35		35		1			
	1, 2, 5, 7		62		63		33		63		63			
	1, 3, 5, 7		63		63		62		35		62			
	1, 3, 6, 7		35		35		63		63		35			
	1, 4, 6, 7		63		62		35		35		63			
	2, 3, 4, 7		35		63		34		63		63			
	2, 4, 6, 7		35		63		63		63		63			
	2, 5, 6, 7		63		34		63		62		35			
	3, 4, 5, 7		63		33		63		35		63			
	4, 5, 6, 7		35		35		63		63		11			
	1, 2, 3, 4, 5, 7		62		63		34		35		63			
	1, 2, 3, 5, 6, 7		35		62		35		63		62			
1, 2, 4, 5, 6, 7		63		35		62		34		34				
2, 3, 4, 5, 6, 7		35		34		63		62		35				

參 考 文 獻

- 1) 정 세모, 전파항법, 한국 해양 대학 해사 도서 출판부
- 2) BRAOFORD W. PARKINSON, STEPHE W. GILBERT, Proc. of the IEEE, "NAVSTAR/GPS Ten Years Later", VoL. 71, No. 10, OCT. 1983.
- 3) 西 周 次, "全世界 測位 システムの紹介", 日本航海學會誌, 62號 pp. 9~19, 1980.
- 4) S. S. RUSSELL and J. H. SCHAIBLY, "Control segment and user performance, NAVIGATION, VoL. 25, pp. 162~172, Summer 1978.
- 5) R. J. MILLIKEN And C. J. ZOLLER, "Principle of operation of Navastar and System Characterities", NAVIGATION, VoL. 25, pp. 95~106, Summer 1978.
- 6) 木村小一 "船舶電子航法ノート(34)", 船の科學, VoL. 32, pp. 96~103, 1979-9.
- 7) J. J. SPILKER, "GPS Signal Structure and Performance Characteristics", NAVIGATION, VoL. 25, pp. 121~146, Summer 1978
- 8) 木村小一, 船舶電子航法ノート (35), 船の科學, VoL. 32, pp. 84~90, 1979-8
- 9) S. S. D. JONES, "GPS NAVSTAR : A Review", The Journal of Navigation, VoL. 32, pp. 341~351, 1982.
- 10) 成樂圭, Fortran 과 數值解法, 成 旻社, 서울, 1983.

