

## GPS L2C 소프트웨어 수신기의 빠른 신호 획득 기법

권금철\*, 심덕선\*  
중앙대학교 전자전기공학부\*

### Fast Acquisition Method for GPS L2C Software Receiver

Keum-Cheol Kwon\*, Duk-Sun Shim\*  
Chung-Ang University\*

**Abstract** - GPS modernization program offers a new civil signal on L2 band and there are currently 9 GPS satellites transmitting L2C signal. The acquisition of L2C takes much time comparing with that of L1 signal. This paper suggests a fast acquisition method for the L2C GPS signals for software receivers.

#### 1. 서 론

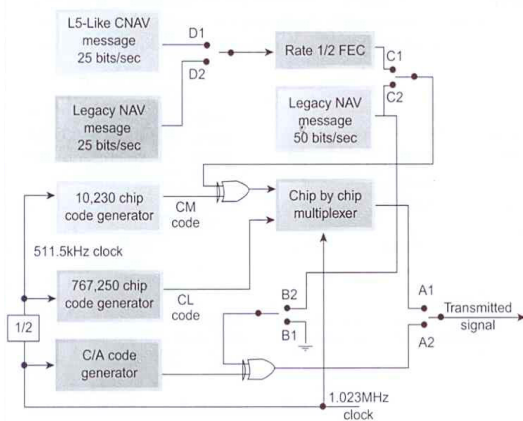
GPS는 1995년 FOC가 이루어진 이래로 그 응용이 꾸준히 증가되어 왔다. GPS의 현대화 계획이 진행됨에 따라 L2C신호의 획득과 추적에 대한 관심이 많이 증가되고 있다[1]. GPS L2C 신호는 GPS Block IIR-M 이후 위성에서 송출되고 있으며, 2005년 9월에 위성이 발사된 후로 현재 9개의 위성에서 L2C 신호가 송출되고 있다. 본 논문에서는 GPS L2C 소프트웨어 수신기에 대한 빠른 신호 획득 알고리즘을 제시하고 또 Accord사의 L2C signal tap으로 위성 신호를 수신하여 제안한 방법의 성능을 보여 주고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 GPS L2C 신호 구조

L2C는 10,230 칩마다 반복되는 CM 코드와, 길이가 CM 코드의 75배가 되며 767,250마다 반복되는 CL 코드의 서로 다른 2개의 PRN 코드를 사용하고 있으며, 이 2개의 코드는 신호획득과 신호추적에서 사용된다. 이 2개의 PRN 코드는 511.5chips/s의 비율로 생성된다. CM 코드는 25 bps의 CNAV 데이터가 1/2 FEC를 통하여 50-baud로 코드화된 데이터가 실려 변조되고 CL 코드는 데이터를 포함하지 않는다. CM 코드와 CL 코드 모두 같은 27-스테이지 선형 피드백 쉬프트 레지스터를 사용해 PRN 코드를 생성한다.

L2C 신호를 송출하는 위성들은 각기 다른 CM 코드와 CL 코드의 초기값과 최종값을 가지고 있으며 각각의 PRN 신호마다의 초기값과 최종값은 IS-GPS-200D에 정리되어 있다. 생성 과정에서 최종값을 갖는 시점에서 다시 초기값으로 돌아가 다시 생성을 반복하는 과정을 통하여 PRN 코드를 생성한다. L2C 신호는 이렇게 생성된 CM 코드와 CL 코드가 시간 영역에서 Chip-by-Chip으로 혼합 되어있는 형태로 송출하고 있다.



〈그림 1〉 GPS IIR-M 위성의 신호 구조

GPS L2C 신호는 GPS IIR-M위성의 경우에 그림1처럼 여러 가지 옵션이 있다. CM코드에 NAV신호가 직접 실릴 수가 있고 (SW C2) FEC를 사용하더라도 CNAV(SW D1) 또는 NAV(SW D2) 가 실릴 수 있다. 또 A2가 연결되면 CM/CL대신 C/A 코드가 연결될 수 있다. IS-GPS-200D에 의하면 L2C 신호가 IOC를 이루기 전인 초기 GPS IIR-M위성의 사용 시기에는 CNAV대신에 NAV가 사용될 수 있다.

##### 2.2 GPS L2C 신호의 획득 방법

IF frequency  $\pm 10\text{KHz}$  영역에 대하여 50Hz단위로 검색을 하는데 20ms(CM코드 한 주기) 데이터에 대하여 CM 코드의 시작점을 찾고 같은 데이터에 대하여 CL 코드의 시작점을 찾는다. CL코드의 주기는 CM코드의 75배이기 때문에 그 CL 코드가 75개중 몇 번째 블록(CL code ID)인지를 찾아낸다.

L2C는 CM, CL이 타임 멀티플렉싱되어 있는 코드를 사용하기 때문에 CM 코드 획득시 코드를 생성할 때 CL자리에 CM코드를 중복하여 사용하거나 0으로 대체하여 사용할 수 있다. 기본적으로는 아래와 같은 방법이 있고 그 외에도 다양한 방법이 있다 [1].

- CM Acquisition : CM-CM 코드, CM-Zero 코드
- CL Acquisition : CL-CL 코드, CL-Zero 코드

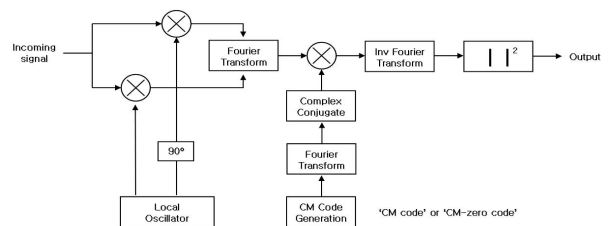
기본적인 CM, CL 획득 알고리즘은 다음과 같다.

##### CM Acquisition

- (i). 20ms 데이터를 읽어온다.
- (ii). 현재 검색하는 위성의 PRN의 CM code를 생성한다.
- (iii). IF 주파수로부터  $\pm 10\text{KHz}$  범위를 50Hz 단위로 correlation을 수행한다.
- (iv). Correlation 결과(401 x n(20ms data) matrix)로부터 threshold를 넘는 peak값의 위치를 찾아 coarse frequency와 CM code phase값을 구한다.
- (v). Fine frequency estimation: CM코드의 시작점으로부터 연속된 20ms 데이터와 n개의 CM코드를 이용하여 phase angle의 차이를 구하고 이를 통해 fine frequency를 찾아낸다.

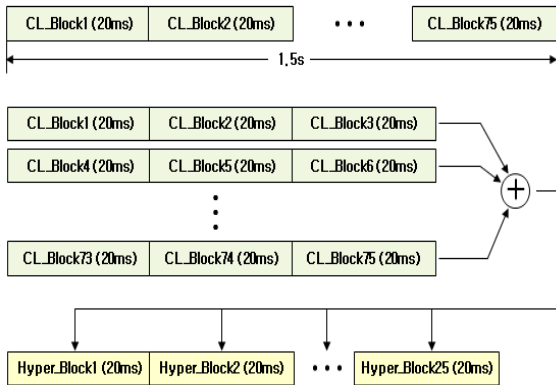
##### CL Acquisition

- (i). 20ms 데이터를 읽어온다.
- (ii). 현재 검색하는 위성의 PRN에 해당하는 CL code로 20ms 길이의 CL코드를 생성한다. : 총 75개 생성
- (iii). CM acquisition에서 획득된 위성과 coarse frequency에 대하여 생성한 CL code를 가지고 circular correlation을 수행한다.
- (iv). Correlation 결과(75 x n(20ms data) matrix)로부터 threshold를 넘는 peak값의 위치를 찾아 CL code phase값과 CL code ID를 구한다.



〈그림 2〉 CM 코드를 이용한 FFT search 알고리즘

CL 코드의 시작점은 CM코드의 시작점에서 75개의 후보 가운데 하나가 결정된다. 이에 대해서는 Moghaddam 등이 제안한 Hyper코드 방법이 효율적이다[2]. 그림3과 같이 M개씩의 CM코드를 더해서 FFT를 수행하고 (75/M)개 중에서 CL의 시작점을 찾은 후에 M개 중에서 CL 코드의 시작점을 찾는 방법이다.

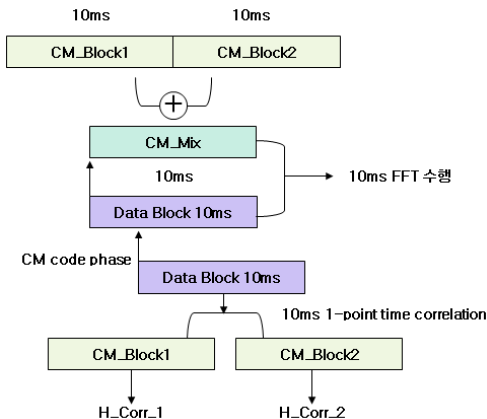


〈그림 3〉 Hyper Code 20ms FFT 방법[2]

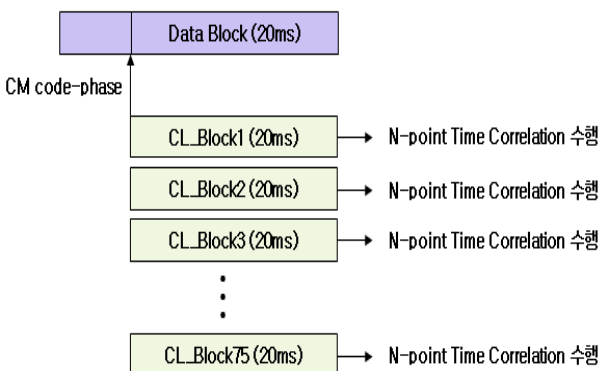
### 2.3 빠른 GPS L2C 신호 획득 방법

CM 코드의 기본적인 획득 방법은 2.2절에 기술한 대로 20ms의 신호의 FFT를 수행하는 것이나 L1 신호에 비해서 20배나 길기 때문에 시간이 많이 소요된다. <그림4>처럼 10ms의 신호를 2개 더해서 FFT를 수행한 후에 코드 페이스가 두 개의 10ms 중에 어디에 속한지 찾으면 된다.

CL코드에 대해서 본 논문에서 제안하는 방법은, 75개의 CL코드 시작 후보점 전후의 N개의 점들(한 칩이내)에 대해 time correlation을 수행하여 CL 코드 획득 시간을 Hyper 코드보다 절약하는 방법이다. 또 Hyper 코드방법과 N-point time-correlation 방법을 겸용하여 CL 코드 획득 시간을 더 절약할 수 있다.



〈그림 4〉 GPS L2C CM코드의 빠른 획득 방법



〈그림 5〉 GPS L2C CL코드의 빠른 획득 방법

### 2.4 시뮬레이션 결과

제안한 방법의 성능을 평가하기 위해서 다음과 같은 환경을 사용하였다. PC는 인텔코어 i7 펜티엄 860 CPU와 4GB의 램을 사용하였고 Matlab을 사용하였다. L2C 위성 신호는 Accord사의 L2C signal tap을 사용하였으며 샘플링 주파수는 6MHz이다. 2011년 3월 17일 19시에 데이터를 수신하였으며 획득한 위성은 PRN 1, 12, 25, 29, 31번 이었다.

2.2절에서 기술한 일반적인 CM코드 획득시간은 4.1초이고, 본 논문의 제안 방법은 2.6초가 소요되었다. 기존 방법의 CL코드 획득에 필요한 시간은 1.8초였고 M=25인 Hyper코드를 사용한 경우에는 0.9초가 소요되었다. 본 논문에서 제안한 N-point (10ms)의 경우에는 0.5초, M=25의 Hyper코드와 N-point (10ms)가 동시에 사용되었을 때는 0.4초가 소요되었다. 또 이때 위성의 획득 성공 개수도 5개로 더 많은 것을 볼 수 있다.

〈표 1〉 실시간 위성데이터에 대한 GPS L2C CM코드의 획득시간 비교

		CM Acquisition		CL Acquisition		Acquisition
		Time(s)		Time(s)		
20ms FFT	FFT	20ms	4.1	20ms FFT	1.8	4개 성공
10ms Mix-code	Freq. Bin	50Hz	2.6	20ms FFT	1.8	5개 성공
	Freq. Bin	100Hz	1.3	20ms FFT	1.8	4개 성공

〈표 2〉 실시간 위성데이터에 대한 GPS L2C CL코드의 획득시간 비교

		CM Acquisition		CL Acquisition		Time(s)	Acquisition	
		FFT	20ms	FFT	20ms			
20ms FFT		FFT	20ms	FFT	20ms	1.8	4개 성공	
N-point	FFT	20ms	N-point	20ms	1	4개 성공		
	FFT	20ms	N-point	10ms	0.5	5개 성공		
Hyper Code		FFT	20ms	Hyper	M=25	CL=0	0.9	4개 성공
Hyper N-point	FFT	20ms	Hyper	M=25	N-point (20ms)	0.6	5개 성공	
	FFT	20ms	Hyper	M=25	N-point (10ms)	0.4	5개 성공	

### 3. 결 론

GPS 현대화 계획으로 GPS L2C 신호를 송출하는 위성이 증가함에 따라 L2C신호의 빠른 획득과 추적에 대한 관심이 많이 증가하였다. 본 논문에서는 L2C CM 코드와 CL 코드를 빠르게 획득하는 방법을 제안하였고 실 데이터를 통한 계산으로 제안한 방법의 성능이 우수함을 보였다. 또한 위성의 획득 개수에서도 우수한 성능을 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 2010년 국토해양부 소관 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고 문헌

[1] S.U. Qaisar, Receiver Strategies for GPS L2C Signal processing, Ph.D. Dissertation, The University of New South Wales, Australia, March, 2010.  
 [2] A.R.A. Moghaddam, R. Watson, G. Lachapelle and J. Neilsen, "Exploiting the Orthogonality of L2C Code Delays for a Fast Acquisition", *ION GNSS 19<sup>th</sup> International Technical Meeting of the Satellite Division*, Fort Worth, TX, USA, pp. 1233-1241, September, 2006.