

## 論文

## GPS L5 신호에서 신속한 코드위상 재검색 및 정밀 도플러 결정 기법

주인원\*, 최승현\*, 김재현\*, 신천식\*, 이상욱\*, 김재훈\*

GPS L5 Acquisition Schemes for  
Rapid Code Phase Search and Fine Doppler Determination

Inone Joo\*, SeungHyun Choi\*, Jae-Hyun Kim\*, Chun-Sik Shin\*, SangUk Lee\* and JaeHoon Kim\*

## ABSTRACT

According to the GPS modernization, L5 is the third civilian GPS signal, broadcasts in a radio band reserved exclusively for aviation safety services. However, as the code length of GPS L5 is ten times longer than that of GPS L1, the acquisition processing time in GPS L5 takes longer than that of L1. This characteristics make the code phase detected initially change and cause the tracking loop to unlock. In order to overcome this problem, this paper proposes L5 acquisition schemes for the rapid code phase re-search and the fine doppler determination. The feasibility of the proposed scheme is demonstrated through the simulation results.

**Key Words** : GPS(지피에스), L5, Acquisition(획득), Doppler(도플러), Code Phase(코드위상)

## 1. 서 론

최근에 유럽의 갈릴레오 출현, 러시아의 GLONASS 정상화, 일본 QZSS, 및 중국의 COMPASS 프로그램 등, 각국에서 경쟁적으로 위성항법시스템을 구축 및 성능향상을 추진 중에 있다. 미국도 GPS 현대화 계획을 추진하고 있으며 그 주요 내용 중의 하나가 Block IIF 위성에 L5 신호를 제공하는 것이다[1][2]. 1176.45MHz대역의 L5 주파수는 Aeronautical Radio Navigation System(ARNS)에 할당된 주파수대역으로, 현재 존재하는 어떤 전파에도 영향을 받지 않는 주파수 대역이므로 안정적인 측위서비스를 제공할 예정이다. 2009년 3월 24일에 GPS IIR-20(M) 위성이 발사되었고, GPS L5 시험용 신호를 전송하는 것으로 보도되

었다[3]. GPS L5신호의 특징을 살펴보면, 코드주기는 L1 C/A 신호와 동일한 1ms이지만, 칩율은 10.23MHz이고, 코드길이가 10,230개로 L1 C/A신호에 비해 10배가 더 길다[3][4]. 이러한 신호구조로 인해서, L1 C/A 신호에 비해 측위정확도가 향상되는 장점이 있지만, 코드길이가 10배 더 길기 때문에 신호획득시간이 더 길어지는 단점이 있다. 한편, Septentrio에서 개발한 수신기의 Fast Acquisition Unit(FAU)를 이용하면, GPS L1의 신호획득시간은 불과 0.06초이지만 GPS L5와 코드길이가 동일한 Galileo E5a 신호획득시간은 0.48초가 걸린다[5]. 이처럼 GPS L5에서 긴 신호획득시간은 L1에서 고려되지 않았던 신호획득시간동안 코드위상이 변화는 문제를 발생시키고, 초기 신호획득결과인 코드 위상값을 이용하면 신호추적이 실패하는 문제를 발생시킨다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문은 신호획득 수행시간동안 변경되는 코드위상은 도플러 주파수와 신호획득 수행시간에 의해 영향을 받는다는 상호 관계를 이용하여, 변경되는 코드위상을 신속하

2009년 8월 27일 접수 ~ 2009년 12월 9일 심사완료

\* 한국전자통신연구원 위성관제·항법연구팀

연락처, E-mail : inone@etri.re.kr

대전시 유성구 가정로 138

게 검색하고, 도플러 주파수의 정확도를 향상시키는 기법에 대하여 제안한다.

## II. 신호획득시간 및 도플러에 의한 코드위상변화

### 2.1 신호획득단계에서 코드위상 변화

항법수신기는 신호처리 기능에 따라 신호획득단계, 신호추적단계, 그리고 항법단계로 나뉜다. 신호획득단계는 위성번호, 코드위상, 및 도플러 정보를 신호추적 단계에 제공하여, 신호 동기를 위한 추적 루프의 인입 영역(pull-in range)까지 신호를 동기시키는 역할을 수행한다. 신호추적단계가 정상적으로 동작하기 위해서는 신호추적결과인 도플러가 정확해야 하고, 코드위상은 1chip 오차 이내로 정확해야 한다.

S/W 항법 수신기의 경우, 항법데이터를 저장한 후에 후처리하기 때문에, 신호획득 수행시간동안에 항법데이터가 이동하는 것을 고려할 필요가 없으므로, 신호획득결과를 바로 신호추적단계적용하므로, 신호추적과정이 성공적으로 수행된다. 하지만, 실제 H/W 수신기의 경우, 신호획득을 수행하는데 걸리는 시간동안 항법신호는 계속 전송되므로, 신호획득 수행시간동안 신호획득결과인 코드위상변화가 발생하는 현상을 고려해야 한다. Fig. 1은 신호획득 수행시간에 의한 코드위상의 변화를 설명하기 위하여 도시한 것이다.

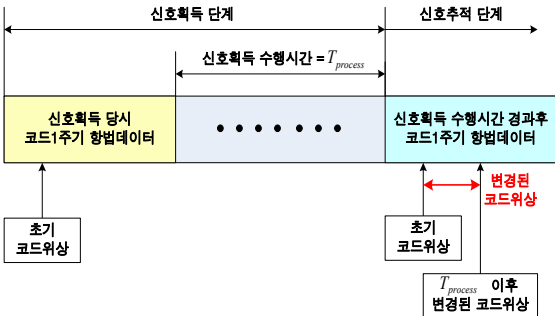


Fig.1 신호획득단계의 코드위상의 변화

신호획득단계에서 초기에 항법데이터를 수신하여 신호획득과정을 수행하면, 신호획득 수행시간이 경과된 시점에서 초기 코드위상을 획득할 수 있다. 그런데, 신호획득 수행시간이후에 항법데이터를 획득하여 코드위상을 검색해보면 초기 코드위상과 다른 지점에서 코드위상이 검색된다. 이는 도플러주파수에 의해 시간에 따라 코드위상이 변하기 때문에 발생하는 현상이다.

### 2.2 도플러와 코드위상과의 관계

캐리어 주파수의 도플러와 칩 주파수의 도플러는 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$doppler_{carrier} : f_{carrier} = doppler_{chip} : f_{chip} \quad (1)$$

여기서,

$f_{carrier}$  : 캐리어 주파수(L5=1176.45MHz)

$doppler_{carrier}$  : 캐리어 주파수에 의한 도플러

$f_{chip}$  : 코드 주파수(10.23MHz)

$doppler_{chip}$  : 코드 주파수에 의한 도플러

한편, 신호획득에 걸리는 시간을  $T_{process}$  라고 하면, (1)식에서  $doppler_{chip}$  는  $T_{process}$  동안에 변경된  $codePhase$ 수( $codePhase_{change}$ )에 의해 정의되므로, 다음 (2)식으로 정리할 수 있다.

$$codePhase_{change} = \frac{doppler_{carrier}}{f_{carrier}} \cdot f_{chip} \cdot T_{process} \quad (2)$$

즉,  $f_{carrier}$ ,  $f_{chip}$  은 상수이므로,  $T_{process}$  동안에 변경된  $codePhase$ 수( $codePhase_{change}$ )는 신호획득에 걸리는 시간( $T_{process}$ )과 도플러( $doppler_{carrier}$ )에 의해 결정됨을 확인할 수 있다. 한편, 도플러 주파수는 위성 및 수신기의 움직임에 의한 동적특성뿐만 아니라 수신기의 시계 바이어스에 의해 영향을 받는다. 본문에서는 Septentrio 수신기의 경우처럼, 고정밀 클럭을 사용하는 고정된 위성항법지상국용 수신기에 대해서 고려한 것으로, 수신기의 움직임 및 시계 바이어스에 의하여 발생하는 도플러 주파수는 고려하지 않았다.

### 2.3 GPS L5에서 도플러 분석

GPS L5에서 위성에 의한 도플러를 분석해 보면, 다음 수식(3)과 같은 관계식을 갖는다.

$$doppler_{carrier} = -f_{carrier} \frac{v_d}{c} \quad (3)$$

즉,  $c$ 는 빛의 속도이므로, 위성도플러는 위성의 속도에 직접적인 영향을 받는다. 한편, GPS 위성의 속도는 3,874m/s이지만, 도플러 주파수에 영향을 주는 지구방향으로 작용하는 GPS 위성의 최고속도는 약 929m/s이므로, L5 신호에서 위성에 의해 발생이 가능한 최대 도플러는 ±3,643Hz이다.

### 2.4 GPS L5에서 도플러에 의해 변경된 코드위상 분석

수식 (2)에서 신호획득에 걸리는 시간( $T_{process}$ )이 결정되면, 위성의 도플러에 따라 변경되는 코드위상이 결정된다. 한편, Septentrio 수신기 Fast Acquisition Unit(FAU)를 이용하면, GPS L5와 코드 길이가 동일한 Galileo E5a 신호획득시간은 0.48초가 걸리므로,  $T_{process}$ 를 0.48초 가정하고 위성도플러에 따라 변경되는 코드위상을 분석하면 다음 Table.1과 같다.

Table 1. L5에서 위성도플러에 의해 변경된 코드위상(신호획득시간 0.48초로 가정)

위성도플러 [Hz]	1,000	2,000	3,643
코드위상 [chip]	4.17	8.34	15.2

GPS L5에서 위성의 최대 도플러(3,643Hz)인 경우, 신호획득 이후에 수신되는 항법데이터에서는 신호획득 당시에 비해 코드위상이 15.2chip이 변경된 지점에서 코드위상이 시작됨을 확인할 수 있다. 여기서, 초기 신호획득시간인 0.48초는 평균적인 시간이므로, 코드위상이 항법데이터의 마지막 부근에서 검색되는 경우, 즉, 신호획득시간이 0.48초의 2배가 걸린다면 최대 30chip까지도 변경되는 경우가 발생한다. 여기에다 수신기의 시계 바이어스에 의해 발생하는 주파수 오프셋 성분이 더해진다면, 실제로 신호획득시간동안에 변경되는 코드위상은 훨씬 더 많아진다. 이는 신호추적기능이 정상적으로 동작하기 위한 1chip 이내의 오차범위를 월등히 초과하는 값이므로, 추적 루프의 인입 영역을 벗어나 신호추적과정이 실패하는 문제가 발생할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서, 신호획득 수행시간동안 변하는 코드위상수를 실험적으로 측정하여 추적단계에 보상하는 기법이 Tsui[6]에 의해 제안되었지만, GPS L1에 비해 코드위상이 많이 변하는 GPS L5에는 적합하지 않다. Septentrio 수신기는 직렬 검색기법을 이용하여 초기신호획득결과인 코드위상의 주변에서 정밀한 코드위상을 재검색하는 기법을 사용한다. 하지만, 수신기 시계 바이어스에 의한 도플러 영향을 고려하지 않더라도, 최대 30chip까지 재검색해야 하므로 시간이 걸리는 문제가 발생한다. 따라서, 본 논문은 기본 방식에 비해 신속하게 코드위상을 재검색하는 기법을 제안한다.

### III. 신속한 코드위상 재검색 및 정밀 도플러 결정 기법

#### 3.1 신속한 코드위상 재검색 기법

Fig.2는 본 논문에서 제안한 신속한 코드위상 재검색 기법을 도시한 것이다.

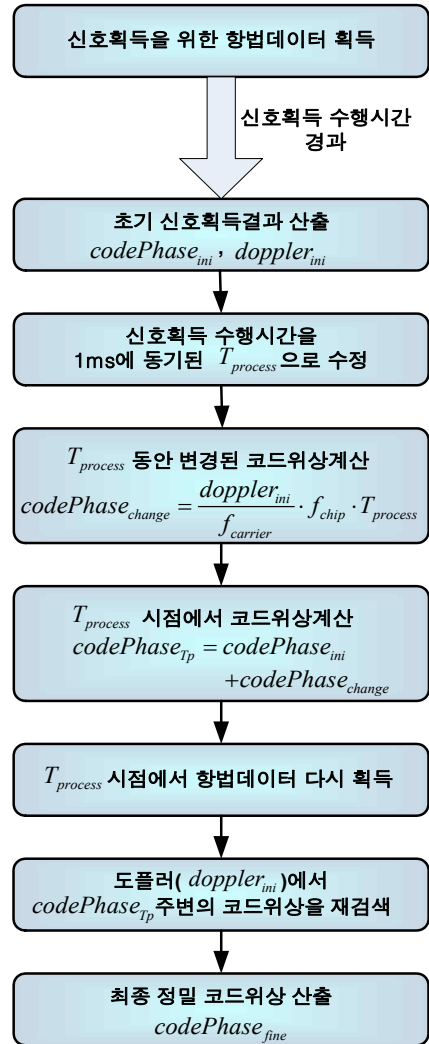


Fig.2 신속한 코드위상 재검색 기법

초기에 신호획득을 위한 항법데이터를 수신한 후, 신호획득 수행시간이 경과하여 초기 신호획득 결과가 산출된다. 신호획득 수행시간을 측정하고, 신호획득 수행시간을 코드 1주기인 1ms에 동기된  $T_{process}$ 를 재계산한다. 도플러( $doppler_{carrier}$ )와  $T_{process}$ 를 이용하여 변경된 코드위상( $codePhase_{change}$ )를 계산하고,  $T_{process}$  시점에서 코드위상( $codePhase_{tp}$ )을 재계산한다. 여기에서 도플러( $doppler_{carrier}$ )는 초기 신호획득 결과이므로 오차를 포함한 부정확한 값이므로,  $codePhase_{tp}$ 도 오차를 포함한다. 즉,

$codePhase_{Tp}$  주변에서 정확한 코드위상을 재검색하는 과정이 필요하다. 따라서, 코드 1주기인 1ms에 동기된  $T_{process}$  시점에서 항법데이터를 다시 획득한 후, 도플러( $doppler_{carrier}$ )에서  $codePhase_{Tp}$  주변의 코드위상을 재검색하여, 최종적인 정밀 코드위상( $codePhase_{fine}$ )을 결정한다.

Table 2.는  $T_{process}$  시점에서 추정된 코드위상( $codePhase_{Tp}$ )의 오차를 분석한 것이다.

$codePhase_{Tp}$ 는 초기 신호획득 결과인 도플러 오차에 직접적인 영향을 받는다. 일반적으로 초기 신호획득 시 주파수 검색 단위를 500Hz로 수행하므로 신호획득결과인 도플러는 최대  $\pm 250\text{Hz}$  오차가 발생할 수 있으므로, 도플러 오차가 최대인 250Hz로 가정한 것이다.

Table 2.  $T_{process}$  시점에서 코드위상 오차 (도플러 오차 250Hz 가정)

$T_{process}$ [ms]	240	480	900
$codePhase_{Tp}$ 오차 [chip]	0.52	1.04	1.95

$T_{process}$  가 길어질수록 코드위상오차가 증가하는 것을 확인할 수 있고,  $T_{process} = 480\text{ms}$ 인 경우, 코드위상은 약 1chip의 오차가 발생하고,  $T_{process} = 900\text{ms}$ 로 가정하더라도, 약 1.95chip의 오차가 발생한다.  $T_{process}$  시점에서 추정된 코드위상( $codePhase_{Tp}$ ) 지점에서 불과 2chip 이내에서 코드위상을 검색할 수 있으므로, 동일조건에서 약 30chip을 검색해야 하는 Septentrio 수신기와 비교하면, 정밀코드위상의 재검색 시간을 15배정도 줄이는 장점이 있다.

### 3.2 정밀 도플러 결정 기법

다음은 코드위상변화와 도플러의 관계를 역이용하여 도플러 정밀도를 향상시키는 기법을 설명한다.

3.1에서,  $T_{process}$  시점에서 추정된 코드위상( $codePhase_{Tp}$ )지점 주변에서 코드위상을 재검색하여 정밀 코드위상( $codePhase_{fine}$ ) 결정하는 이유는, 초기

신호획득결과인 도플러( $doppler_{carrier}$ )가 오차를 포함하고 있으므로, 이로 인해 발생된 코드위상 오차를 제거하기 위한 것이다. 이러한 상호관계를 근거로, 코드위상변화와 도플러의 관계를 역이용하여 정밀도플러를 결정하는 기법을 제안한다. Fig.3은 정밀도플러 결정 기법을 도시한 것이다.

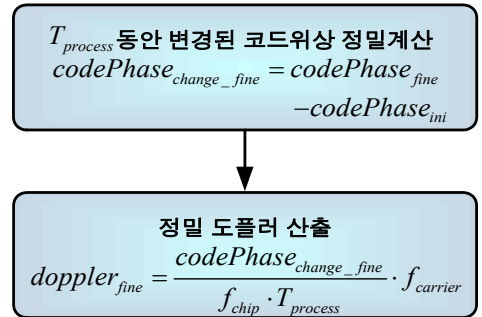


Fig.3 정밀 도플러 결정 기법

정밀 코드위상( $codePhase_{fine}$ ) 과 초기 코드위상( $codePhase_{ini}$ ) 차이를 이용하여  $T_{process}$  시간동안에 변경된 코드위상을 정확하게 계산하고, 이 값을 코드위상과 도플러의 관계식을 이용하여 정밀도플러( $doppler_{fine}$ )를 계산한다. 한편, Table 3.은 추정된 정밀도플러의 오차를 분석한 것이다. 추정된 정밀도플러는 신호획득 수행시간동안 변경된 코드위상개수를 이용하여 결정된 것이므로, 결과적으로 코드위상 오차에 직접적인 영향을 받는다. 일반적으로 신호획득 시 코드위상 오차를 0.5chip로 검색을 수행하므로 신호획득결과인 코드위상은 최대  $\pm 0.25\text{chip}$  오차가 발생할 수 있으므로 코드위상 오차가 최대인 0.25chip으로 가정한 것이다.

Table 3. 정밀 도플러의 오차 (코드위상 오차 0.25chip 가정)

$T_{process}$ [ms]	240	480	900
$doppler_{fine}$ 오차 [Hz]	119.7	59.8	31.9

$T_{process}$  시간이 길어질수록 도플러 주파수 오차가 감소하는 것을 확인할 수 있고,  $T_{process} = 480\text{ms}$ 인 경우, 도플러 주파수는 약 60Hz의 오차가 발생하고, 신호획득 수행시간이 1/2로 줄어든  $T_{process} = 240\text{ms}$ 로 가정하더라도, 약 120Hz의 오차가 발생한다. 이 결과는 초기 신호획득 당시에 도플러 주파수를 500Hz로 검색하는 경우, 약 250Hz의 오차가 발생하는 것과 비교할 때, 간단한 계산만으로 도플러 주파

수의 정밀도를 향상시키는 장점이 있다. Septentrio 수신기에서 평균적인 신호획득시간인  $T_{process} = 480ms$ 를 가정하면, 도플러 주파수가 약 4배 이상 정확해지는 장점이 있다.

### IV. 시뮬레이션 결과

#### 4.1 GPS L5 항법데이터 수집

Fig 4는 제안된 기법을 검증하는데 필요한 GPS L5 항법데이터를 수집하기 위한 항법데이터 획득환경을 보여준다.

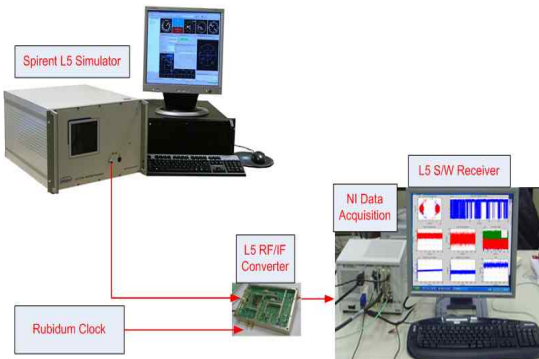


Fig.4 항법데이터 획득 환경

Spirent사의 시뮬레이터를 이용하여 GPS L5를 생성하였고, ETRI에서 개발한 RF 모듈과 NI사의 데이터 획득장비를 이용하였다[7]. 한편, 본 논문에서는 Septentrio 수신기의 경우처럼, 고정밀 클럭을 사용하는 고정밀 위성항법지상국용 수신기에 대해서 고려한 것으로, 수신기의 시계 바이어스에 의하여 발생하는 도플러 주파수의 영향을 배제하기 위하여 루비듐 원자시계를 사용하였다.

ETRI는 위성항법 지상국용 수신기를 개발하고 있으며, 다음 Table.4는 개발에서 사용되는 IF 주파수, 샘플링 주파수 및 양자화 비트를 이용하여 수집된 GPS L5 데이터규격을 보여준다.

Table 4. 수집된 GPS L5 항법데이터 규격

변조방식	L5-I(데이터 채널) : BPSK L5-Q(파일럿 채널) : BPSK
Chip rate	10.23MHz
Symbol rate	50 Symbol/s (20ms)
대역폭	26MHz
IF 주파수	140MHz
샘플링 주파수	112MHz
양자화 비트	8bit

Fig.5는 항법데이터 획득당시의 Spirent 사의 시뮬레이터에서 보여준 GPS 위성 Skyplot이다. A표시는 갈릴레오 위성을 나타내며, 본 논문의 시뮬레이션에서는 PRN 11번 위성을 사용하였다.

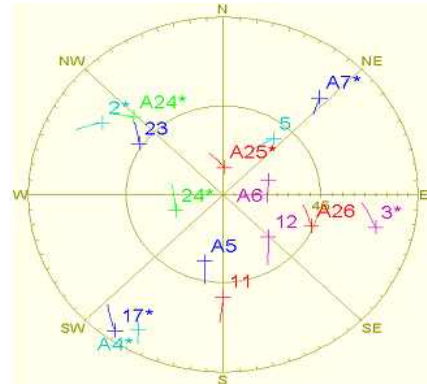


Fig.5 GPS 위성 Skyplot

#### 4.2 신속한 코드위상 재검색 기법

Fig.6은  $T_{process} = 0ms$ 에서 PRN 11번 위성의 L5 I 채널의 신호획득 결과를 보여준다.

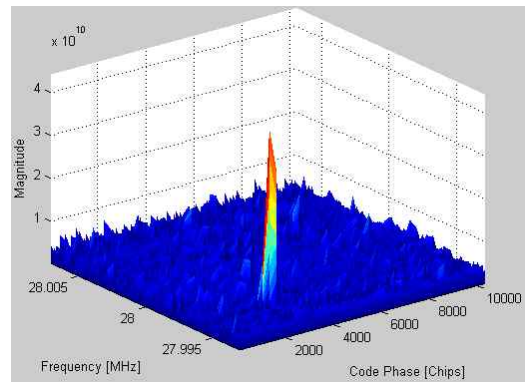


Fig.6  $T_{process} = 0ms$ 에서 PRN 11번 위성의 L5 신호획득결과

신호획득 시, 코드위상과 도플러 주파수는 각각 0.5chip과 500Hz 해상도로 검색하였다.

Fig.7은  $T_{process} = 0ms$ 에서 PRN 11번 위성의 L5 I 채널 코드위상결과이다.

Fig 6과 Fig 7. 결과를 통해서,  $T_{process} = 0ms$ 에 디지털 IF 주파수인 28MHz를 중심으로 도플러주파수는 -4500Hz이고, 코드위상은 2655.5chip인 것을 확인할 수 있다.

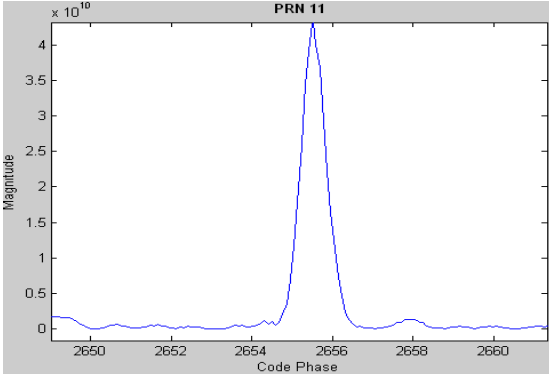


Fig.7  $T_{process} = 0ms$ 에서 PRN 11번 위성의 코드위상 결과

한편, 신호획득 수행시간동안에 변경된 코드위상을 재검색하기 위해 본 논문에서 제안한 기법을 적용한다. 초기의 신호획득 결과에서 도플러 주파수는  $-4500Hz$ 이고, 신호획득 수행시간  $T_{process} = 480ms$ 라면, 신호획득 수행시간동안 변경된 코드위상갯수는 수식(2)를 이용하여 계산할 수 있다.

$$\text{즉, } codePhase_{change} = \frac{-4500}{1176.45e^6} \cdot 10.23e^6 \cdot 0.48 \\ = -18.78chip이다.$$

$T_{process}$  시점에서 추정된 코드위상을 계산하면,

$$codePhase_{tp} = codePhase_{ini} + codePhase_{change} \\ = 2655.5 - 18.78 = 2636.72chip이다.$$

한편,  $codePhase_{tp}$ 는 도플러 주파수에 의해 추정된 값이므로 오차를 포함하고 있다. 따라서,  $T_{process} = 480ms$ 시점에서 항법데이터를 새롭게 획득하여 초기의 신호획득 결과인 도플러 주파수를 이용하여 캐리어를 제거하고,  $codePhase_{tp}$  지점을 중심으로 정확한 코드위상을 재검색한다.

Fig.8은  $T_{process} = 480ms$ 에서 본 논문에서 제안한 코드위상 재검색 기법을 적용하여 검색된 코드위상 결과이다.

$T_{process} = 480ms$ 에서 재검색된 정확한 코드위상은  $2635.5chip$ 으로 확인되었고, 추정된 코드위상 ( $codePhase_{tp}$ )인  $2636.72chip$ 에 비해 불과  $-1.22chip$  차이나는 것을 확인할 수 있다.

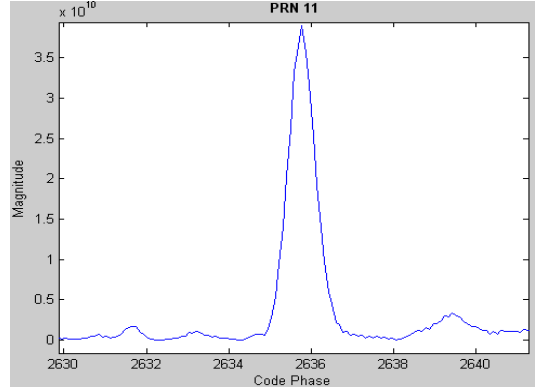


Fig.8  $T_{process} = 480ms$ 에서 PRN 11번 위성의 코드위상 결과

시뮬레이션 예시의 경우, 기존 기법[5]을 사용하면 정확한 코드위상을 검색하기 위해, 초기신호획득 결과의 코드위상으로부터 재검색하므로  $\pm 20chip$ 까지 검색해야 한다. 하지만, 본 논문에서 제안한 기법을 적용하면, 도플러와 신호획득수행시간을 통해 코드위상을 추정하여 그 주변에 코드위상을 재검색하므로 불과  $\pm 1.5chip$  이내에서 검색이 가능하다.

한편, 기존 방식을 사용할 때, 도플러가 크고 신호획득 수행시간이 길어질 경우, 재검색해야 하는 코드위상은 커지게 되고 재검색시간도 훨씬 더 길어진다. 하지만, 이러한 경우일수록, 본 논문에서 제안된 기법을 사용하면, 불과  $1\sim 2chip$ 이내에서 재검색이 가능하므로, 기존방식에 비해 신속하게 코드위상을 재검색하는 장점이 있다.

### 4.3 정밀 도플러 결정 기법

본 논문에서 제안한 코드위상변화와 도플러의 관계를 역이용하여 도플러 정확도를 향상시키기 기법을 적용한다.  $T_{process} = 480ms$ 에서 재검색된 정확한 코드위상( $codePhase_{fine}$ )과  $T_{process} = 0ms$ 에서 코드위상( $codePhase_{ini}$ )을 이용하여, 신호획득 수행시간 동안에 변경된 코드위상을 계산하면,

$$codePhase_{change\_fine} = codePhase_{fine} - codePhase_{ini} \\ = 2635.5 - 2655.5 = -20chip이다.$$

따라서, 수식(2)에서 도플러와 코드위상과의 관계를 이용하여 계산하면,

$$doppler_{fine} = \frac{codePhase_{change\_fine}}{f_{chip} \cdot T_{process}} \cdot f_{carrier}$$



$$= \frac{-20}{10.23e^6 \cdot 0.48} \cdot 1176.45e^6 = -4791.6 \text{ 이다.}$$

Fig.9는 재계산된 정밀도플러 주파수를 이용하여 캐리어 추적부의 Carrier NCO를 동작한 결과이다. 캐리어 추적부는 FLL과 PLL을 결합하여 사용하였다.

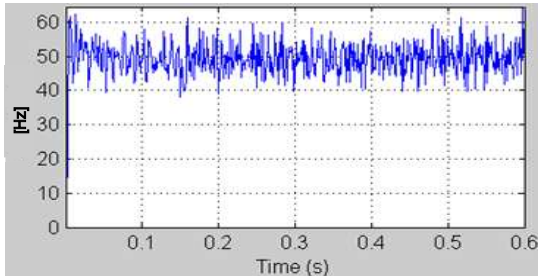


Fig.9 정밀 도플러 적용시 캐리어 NCO 결과

Carrier NCO에서 주파수 offset이 약 50Hz 이므로, 실제 정확한 도플러 주파수는  $-4791.6+50 = -4741.6\text{Hz}$ 이다. 즉, 제안된 정밀 도플러 결정 기법을 사용하면 불과 50Hz의 작은 도플러 주파수 오차를 갖는다. Fig.10은 정밀 도플러 적용 시 신호추적부의 I/Q Scatter Plot를 보여준다.

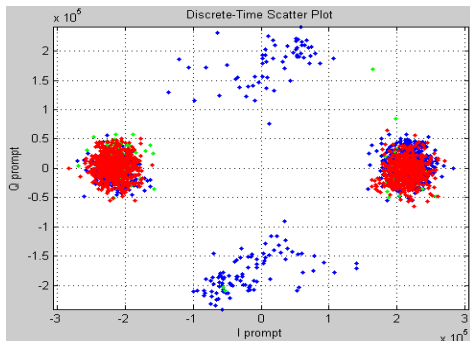


Fig.10 정밀도플러 적용시 I/Q Scatter Plot

정밀 도플러 적용 시 신호추적부가 정상적으로 동작하는 것을 보여주는 것으로, FLL모드(파란색)에서 PLL 모드로 전이(연두색)하여 안정영역(빨간색)에서 명확하게 BPSK로 추적되는 것을 확인할 수 있다.

한편, 초기 신호획득시의 도플러 주파수를 신호추적부에 사용하는 기존 방식의 경우라면, 정확한 도플러 주파수는 4741.6Hz인데 비해, 초기 신호획득시의 도플러 주파수가 -4500Hz이므로 약 -241Hz의 큰 도플러 주파수 오차가 발생하게 된다. 이처럼 큰 도플러 주파수 오차는 추적루프가 안정적으로 동작하

는 인입영역을 벗어나게 하여 신호추적부가 locking 되지 못하는 원인이 된다.

시뮬레이션 예시처럼 500Hz로 도플러 주파수를 검색시, 신호획득 수행시간( $T_{process}$ )이 480ms 걸린 경우를 가정하면, 본 논문에서 제안한 정밀도플러 결정 기법은 간단한 계산만으로 기존방식에 비해 도플러가 약 4배 이상 정확해지는 장점이 있다.

## V. 결 론

미국은 GPS 현대화 계획을 추진하고 있으며 그 주요 내용 중의 하나가 Block IIF 위성에 L5 신호를 제공하는 것이다. 1176.45MHz대역의 L5 주파수는 Aeronautical Radio Navigation System (ARNS)에 할당된 주파수대역으로, 현재 존재하는 어떤 전파에도 영향을 받지 않는 주파수 대역이므로 안정적인 측위서비스를 제공할 예정이다. 2009년 3월 24일에 GPS IIR-20(M) 위성이 발사되어 GPS L5 시험용 신호를 전송하는 것으로 보도되었다. L5 신호구조는 L1 C/A 신호에 비해 측위정확도가 향상되는 장점이 있지만, 코드길이가 10배 더 길기 때문에 신호획득시간이 더 길어지므로, 신호획득시간동안 코드위상이 변화는 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문은 신호획득 수행시간동안 변경되는 코드위상은 도플러 주파수와 신호획득 수행시간에 의해 영향을 받는다는 상호 관계를 이용하여, 변경되는 코드위상을 신속하게 검색하고, 도플러 주파수의 정확도를 향상시키는 기법에 대하여 제안하였다. 본 논문에서 제안된 기법은 시뮬레이션 결과를 통해 이론적 분석의 타당성을 입증하였다. 제안된 기법은 초기 신호획득결과의 코드위상값이 아닌, 추정된 코드위상값의 주변에서 불과 1~2chip 이내에서 재검색을 수행하므로 기존의 기법에 비해 신속하게 신호획득을 수행하는 장점이 있다. 또한, 신호획득 수행시간동안 변경된 정확한 코드위상값을 이용하여 간단한 계산만으로 기존의 기법에 비해 도플러 주파수가 약 4배 이상 정확해지는 장점이 있다.

## 후 기

\*본 연구는 방송통신위원회 및 정보통신연구진흥원의 IT 신 성장동력 핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2007-S-301-01, 위성항법 지상국 시스템 및 탐색구조 단말기 기술개발 사업]

## 참고문헌

- [1] 김재훈, 이상욱, 이점훈, 신천식, 정성균, 장동필, 위성항법 지상국 및 탐색구조단말기 기술 개발, 위성통신과 우주산업, 제 16권, 제 1호
- [2] <http://www.space.commerce.gov/gps/modernization.shtml>
- [3] S. Gunawardena, Z. Zhu and M. Brrasch, First Look : Observing the GPS L5 Test Transmission from SVN49 Using Software Radio Processing, Inside GNSS, May/June 2009, pp. 22-29.
- [4] ICD-GPS-705. Navstar GPS Space Segment/User Segment L5 Interfaces (Rev 2, 02-Dec-02)
- [5] Wim De Wilde, Jean-Marie Sleewaegen, Andrew Simsky, Christophe Vandewiele, Edda Peeters, Jan Grauwen, Frank Boon, New Fast Signal Acquisition Unit for GPS/Galileo Receivers, ENC GNSS 2006, Manchester, 7-10 May 2006
- [6] James Bao-Yen Tsui, Fundamentals of Global Positioning System Receivers : A Software Approach, Wiley-Interscience, 2005
- [7] 주인원, 신천식, 이상욱, 김재훈, GIOVE-B 위성 E5a Secondary Code 결정 및 신호처리 결과, 한국항공우주학회지, 16권 4호, 12, 2008.