

처리 구조에 따른 GPS L1C 신호 획득 계산 복잡도 분석

유재덕*, 황성현, 유승수, 김선용†

건국대학교

kimsy@konkuk.ac.kr

A Study on Computation Complexity of GPS L1C Signal Acquisition according to Processing Configuration

Jae Duk Yoo*, Sunghyun Hwang, Seungsoo Yoo, and Sun Yong Kim†

Konkuk Univ.

요약

본 논문에서는 GPS (Global Positioning System) L1C (Civil) 신호 획득 과정에 대한 세 가지 처리 구조에 따른 계산 복잡도를 처리 시간과 CPU (Central Processing Unit) 이용률, 그리고 두 값을 곱한 처리 계수를 중심으로 분석한다.

I. 서론

[1]에서는 GPS (Global Positioning System) L1C (Civil) 신호를 획득할 수 있도록 MBS (MATLAB-Based Serial) 처리 구조를 구성하였다. MBS 처리 구조는 획득 연산을 MATLAB 기반으로 수행하며, FFT (Fast Fourier Transform)와 IFFT (Inverse Fourier Transform) 등 모든 PRN (Pseudo-Random Noise)에 대한 주요 획득 연산을 직렬적으로 수행한다. 본 논문에서는 MBS 처리 구조를 MBP (MATLAB-Based Parallel) 처리 구조와 CBS (CMEX-Based Serial) 처리 구조로 재구성한 후, 각 처리 구조를 처리 시간과 CPU (Central Processing Unit) 이용률, 그리고 이 처리 계수를 중심으로 분석한다.

II. 처리 구성에 따른 성능 분석 및 결론

본 논문에서는 MBS 처리 구조를 기반으로 MBP, CBS 두 가지 처리 구조를 재구성하여 GPS L1C 신호를 획득하였다. MBP는 MBS의 처리 속도를 개선하기 위해 제안한 처리 구조로, 각 PRN에 대한 주요 연산을 MATLAB PCT (Parallel Computing Toolbox)를 통해 병렬적으로 수행한다. CBS는 MBS의 연산량을 개선하기 위해 제안한 처리 구조이다. CBS는 MBS와 동일한 알고리즘을 사용하나, 모든 연산은 MATLAB CMEX 기반으로 수행한다.

구성한 세 가지 처리 구조에 대하여, 처리 시간과 CPU 이용률, 그리고 처리 계수를 통해 비교한다. 처리 시간은 획득을 위해 필요한 총 연산 시간을 의미하며 'MATLAB Profiler'를 활용해 측정하였다. CPU 이용률은 단위 시간당 CPU 처리량의 평균을 의미하며 'Visual Studio Profiler'를 활용해 측정하였다. 처리 계수는 MBS의 처리량 대비 각 구성 별 처리량의 비를 의미하며, 각 구성의 처리 시간과 CPU 이용률을 곱한 값을 MBS의 처리 시간과 CPU 이용률을 곱한 값으로 나눈 형태로 정의한다. 각각 MBS, MBP, CBS 처리 구조에 대해 20MHz로 표본화된 GPS L1C 신호 72초 가운데 2 PRN 주기인 20ms 길이에 해당하는 40,000 표본의 신호를 사용해 획득한 결과는 표 1과 같다.

표 1. L1C 신호 40,000 표본에 대한 MBS, MBP, CBS 처리 구조의 성능 비교

	MBS	MBP	CBS
처리 시간 (s)	57.81	44.57	42.86
CPU 이용률 (%)	41.58	81.32	13.42
처리 계수	1.00	1.51	0.25

표 1처럼 MBS에 대한 처리 시간은 약 57.81초인 것과 비교하여 MBP는 약 13.24초, CBS는 약 14.95초 빠르다. MBP, CBS의 처리 계수는 각각 1.51, 0.25로, CMEX 기반 처리 구조가 MATLAB 기반 처리 구조에 비해 처리 효율이 높다. MBP는 MBS에 비해 처리 시간이 22.90%p 감소했으나, CPU 이용률과 처리 계수는 각각 95.57%p, 51.78%p 증가한 것을 확인할 수 있다. 이는 직렬 구조의 획득 연산을 병렬적으로 구성해 처리 속도를 개선할 수 있으나, 그 과정에서 CPU 이용률과 처리 계수는 증가할 수 있음을 의미한다. CBS는 MBS와 동일한 알고리즘을 사용하였음에도 처리 계수가 75.07%p 줄어들었으며 동시에 세 처리 구조 중 획득 속도가 가장 빨랐다. 이는 순수 MATLAB 기반의 처리 구조는 순수 획득 연산 외 부수적인 연산이 요구되며, 획득 속도가 이에 대해 영향받음을 의미한다. 이후 획득 과정 처리 속도의 추가 개선을 목적으로 CBP (CMEX-Based Parallel) 처리 구조 구성을 위한 연구를 지속할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT연구센터 사업의 연구결과로 수행되었습니다. (IITP-2023-RS-2023-00258639)

참고 문헌

- [1] Jae Duk Yoo, Heesoo Jeong, Seungsoo Yoo, Sun Yong Kim and Gyu-In Jee, "Design and implementation for GPS/QZSS L1C software-defined radio" in Proc. on 2023 The Institute of Positioning, Navigation and Timing Conference, Jeju, Republic of Korea, Nov. 2023.