

R.K. APIKYAN

GPS SATELLITES PARALLEL C/A CODE GENERATION

In the GPS system, a signal, is modulated with C/A code. The C/A codes belong to PRN (pseudo random numbers) code family and is repeated in every millisecond of the GPS signal. Each millisecond of the signal contains 1024 chips (or bits) of a C/A code. The signal modulated with the C/A code is broadcasting with a L1 carrier, which is 1575 MHz. The GPS receivers are using local generated C/A codes in order to determine and analyze the data that are coming from different satellites with the same carrier frequency. Different GPS receivers are using different algorithms for acquisition. The initial step is a local generation of C/A. The target of this article is to explain the way for a parallel C/A code generation for each GPS satellite and write a program that will illustrate parallel generation.

Keywords: GPS receiver, parallel C/A code generation, PRN codes, shift registers, polynomials.

Introduction. A GPS receiver locally generates C/A codes in order to filter out the satellite's data from the aggregated signal in front of the antenna. This process could be done in two ways:

- **Sequential** - when the receiver generates C/A codes one by one and performs a correlation between the generated code and the aggregated signal [1].
- **Parallel** – when the receiver generates C/A codes all at once, in parallel, and performs a parallel correlation.

Generating C/A codes in a parallel manner will shorten the time of generation, and give an opportunity to make acquisition with all satellites at the same time. Before starting the discussion about the parallel C/A code generation, let's discuss the main method.

The GPS C/A code generator is based on the operation of two linear feedback shift registers which are called as the first and the second polynomials. Each of these polynomials has a length equal to 10, as shown in Fig. 1. The first polynomial works with pattern $1+X^3+X^{10}$, which means that the feedback value is the modulo adder of the 3rd and the 10th bits. The output value is taken from the 10th bit in each shift of the register. The second polynomial works with the $1+X^2+X^3+X^6+X^8+X^9+X^{10}$ pattern. The output value is the combination of two registers where the register numbers are chosen from the “Gold numbers” table [2], which contains the mapping between the satellite number and the output register's numbers in the second polynomial. Finally, another

modulo addition is applied to the output values from the first and second polynomials, the result will be the first chip of the C/A code for a specified satellite [3,4].

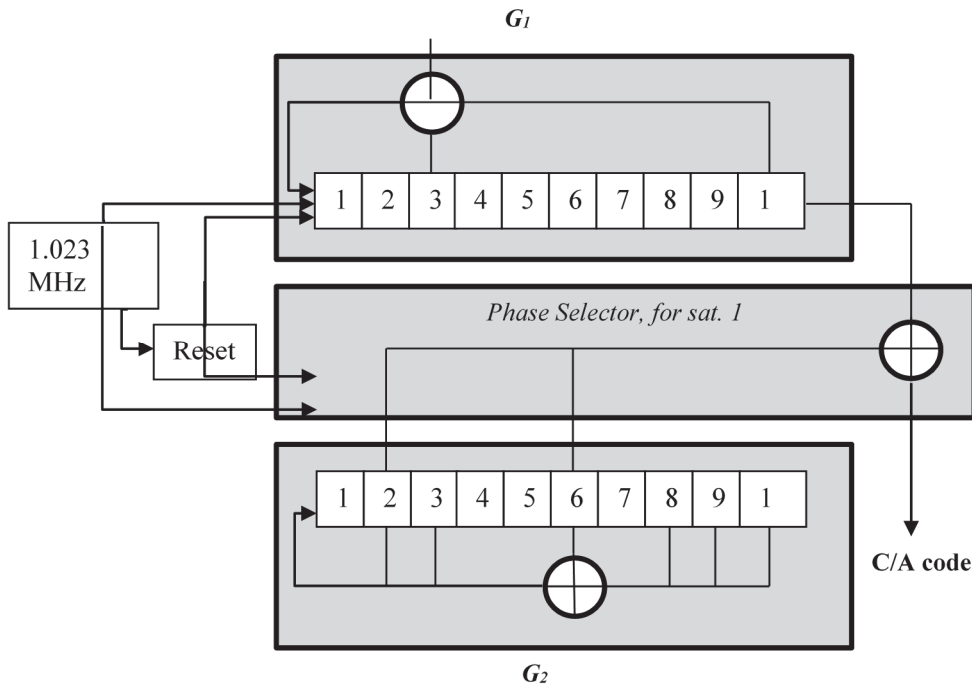


Fig. 1. C/A code generator for the second satellite

Parallel C/A Code Generation Methodology. As we can see from Fig. 1 a simple C/A code generator is designed to generate codes for one satellite at a time. For generating all the codes for each satellite needs time to completely generate codes for the given satellite, then start the generation for the second one, in other words the generation process is sequential. As we can see from Fig. 1, the only difference in the C/A code generation for different satellites is the phase selector, the idea for generating codes in parallel is to connect phase selectors for each satellite to base a generator model. This will allow the base generator with polynomials one and two to work in a normal way until the phase selection for the satellite, where each phase selector will select an adequate phase from the “Gold numbers” table, corresponding to its number. The “Gold numbers” table contains 32 satellites which means that the parallel C/A code generator will have 32 different phase selectors for each satellite. The diagram of parallel C/A code generation is displayed in Fig. 2.

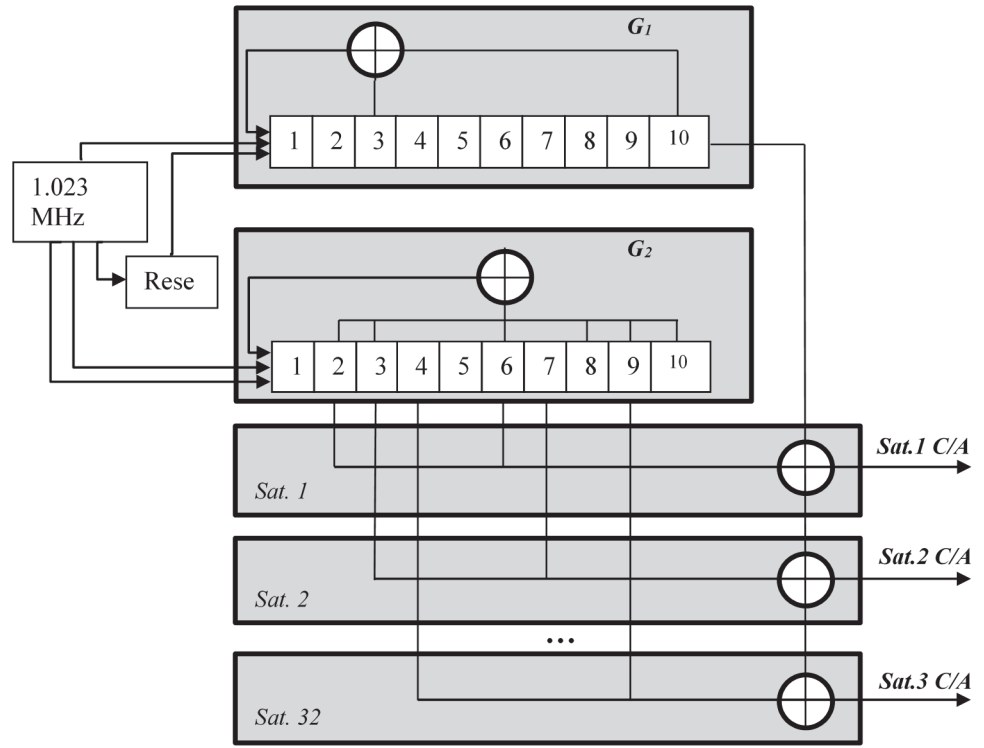


Fig. 2. C/A code generator for all satellites in parallel

As we can see from Fig. 2, at the end of the generation cycle, C/A codes will be generated for each satellite. This allows to use multiple core processors for performing correlation and that will shorten the acquisition time.

Parallel Generation Software. The program that illustrates the parallel code generation is written in java. The source code is commented in order to be more descriptive. The source is available in GitHub [4]. Look for `ParallelSatelliteCaGeneration.class`, the main generation program is located here. The class contains two C/A code generation methods `parallelGeneratino()`, `sequentialGeneration()` and two helper methods `runParallel()` and `runSequential()` that will write the generated output C/A codes to file. Two .txt documents will be generated after running the `main()` function in the `ParallelSatelliteCaGeneration.class`. They both contain C/A codes for all 32 satellites. One of them will be generated in a sequential manner, the other one in a parallel manner. Note, as the software is only used to illustrate the structure of the parallel C/A code generation, it has same $O(n^2)$ complexity for `parallelGeneration()` and `sequentialGeneration()` methods where n is the number of the generated bits,

the real benefit of the parallel generation is in hardware implementation, because its generation complexity is $O(n)$. All source codes are available in GitHub [5].

REFERENCES

1. **James Bao-Yen Tsui.** Fundamentals of Global Positioning System Receivers // A Software Approach.- 2000.- P. 148 – 175.
(link:<http://twanclik.free.fr/electricity/electronic/pdfdone7/Fundamentals%20of%20Global%20Positioning%20System%20Receivers.pdf>)
2. **Matjaz Vidmar.** A homemade receiver for GPS & GLONASS satellites.- 2019 (link: <http://lea.hamradio.si/~s53mv/navsats/theory.html>)
3. **John F. Brendle Jr.** Pseudorandom Code Generation for Communication and Navigation System Application.- 2000.- P. 10-11.
4. **Jayalaxmi Rao, Sudhakara H., Praveen J., Ragavendra Rao.** Design and Implementation of GPS signal Generator using C/A code on FPGA (link: <https://pdfs.semanticscholar.org/3c0a/1cb6124ce2874f75c701f7adfc8551899ddd.pdf>)
5. Source code GitHub account (link: <https://github.com/RobertApikyan/GpsGenerator/blob/master/src/src/main/ParallelSatelliteCaGeneration.java>)

National Polytechnic University of Armenia. The material is received 09.07.2019.

Ռ.Կ. ԱՊԻԿՅԱՆ

GPS ԱՐԲԱՆՑԱԿՆԵՐԻ C/A ԿՈԴԻ ԶՈՒԳԱՆԵՌ ԳԵՆԵՐԱՑԻԱՆ

GPS համակարգում ազդանշանը մոդուլվում է C/A կոդով: C/A կոդերը պատկանում են PRN (քվադրի պատահական կոդեր) կոդերի ընտանիքին և կրկնվում են GPS ազդանշանի յուրաքանչյուր 1 մվ-ում: GPS ազդանշանի յուրաքանչյուր C/A կոդով մոդուլված ազդանշանը հաղորդվում է L1 կոդով, որի հաճախականությունն է 1575 ՄՀզ: GPS ընդունիչներն օգտագործում են լոկալ գեներացված C/A կոդեր, որպեսզի հայտնաբերեն և վերլուծեն նույն հաճախականությամբ փոխանցվող տարբեր արբանյակներից հաղորդված տվյալները: Տարբեր GPS ընդունիչներ տեղորոշման համար օգտագործում են տարբեր ալգորիթմներ: Սկզբնական քայլերից մեկը C/A կոդերի լոկալ գեներացումն է: Աշխատանքի նպատակն է բացատրել C/A կոդի զուգահեռ գեներացումը յուրաքանչյուր GPS դեպքում և գրել ծրագիր, որը կբնութագրի կոդերի զուգահեռ գեներացումը:

Առանցքային բառեր. GPS ընդունիչ, C/A կոդի զուգահեռ գեներացում, PRN կոդեր, տեղափոխման ռեգիստրներ, պոլինոմիալներ:

Р.К. АПИКЯН

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ C/A КОДА GPS СПУТНИКОВ

В системе GPS сигнал модулируется с помощью кода C/A. Коды C/A принадлежат к семейству кодов PRN (псевдослучайных чисел) и повторяются каждую миллисекунду в сигнале GPS. Каждая миллисекунда сигнала содержит 1024 бита C/A кода. Сигнал, модулированный с помощью кода C/A, передается на несущей L1, частота которой составляет 1575 МГц. Приемники GPS используют локальные сгенерированные коды C/A для определения и анализа данных, которые поступают из разных спутников с одной и той же несущей частотой. Разные приемники GPS используют разные алгоритмы для получения данных. Первоначальный шаг - локальная генерация C/A кодов. Цель этой статьи - объяснить способ параллельной генерации кода C/A для каждого спутника GPS и написать программу, которая проиллюстрирует параллельную генерацию кодов.

Ключевые слова: приемник GPS, параллельная генерация C/A кода, коды PRN, сдвиговые регистры, полиномы.