

# 자동 구성 UART 컨트롤러 개선안 제시

이유진<sup>1</sup>, 김병성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 전자전기공학부 학부생

<sup>2</sup>성균관대학교 반도체시스템공학과 교수

[cidemforhs@g.skku.edu](mailto:cidemforhs@g.skku.edu), [bskimice@skku.edu](mailto:bskimice@skku.edu)

## Proposed improvements to the Autoconfigurable UART Controller

Yoo-jin Lee<sup>1</sup>, Byung-Sung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup> Department of Semiconductor Systems Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 논문에서는 Automatic baud rate detection (ABR)을 이용한 Autoconfigurable UART Controller 연구의 개선안을 제시한다. UART는 비동기 직렬 통신이기 때문에 통신을 위해 baud rate가 일치해야 한다. ABR을 통해 상대방 UART의 baud rate를 계산할 수 있고, 기존의 Autoconfigurable UART Controller는 이를 바탕으로 UART를 자동 구성한다. 이 방식엔 기존 UART에 없던 host-slave 관계를 구축한다는 단점과 데이터 프레임 설정을 위해 3번의 정보 전송이 필요한 단점이 있다. Baud rate를 기반으로 host-slave 역할을 정하고, 데이터 길이 정보와 정지 비트 개수 정보를 함께 전송해 이런 단점을 개선한다.

### 1. 서론

UART는 두 개의 와이어만 사용하는 등 하드웨어적으로 단순하며, 패리티 비트 설정이 가능해서 안정적인 통신을 할 수 있다. 이러한 이유로, 다양한 통신 인터페이스 중 UART는 여러 임베디드 장치에 주로 사용된다 [1]. 그러나 비동기 직렬 통신의 특성상, 통신이 원활히 이루어지려면 두 UART 간의 데이터 프레임 구성하는 데이터 비트 길이, 패리티 비트, 그리고 정지 비트 개수, 추가로 baud rate가 동일하게 설정되어야 한다. 이 때문에 수신 신호의 baud rate를 자동으로 감지하는 Automatic baud rate detection (ABR)이란 방법이 생겼고, 이를 활용하여 baud rate, 데이터 프레임을 자동으로 설정하는 UART 자동 구성 컨트롤러 연구도 진행되었다 [2]. 본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 UART 자동 구성 컨트롤러의 개선안을 제시한다.

### 2. 본론

#### 1) UART 작동 방식

UART는 Universal Asynchronous Receiver/Transmitter의 약자로, 두 장치 간의 직렬 데이터 교환에 사용되는 통신 장치다. 송신기와 수신기 사이의 두 개의 와이어만 사용되고, 데이터는 프레임 단위로 전송된다.

각 UART 프레임은 시작 비트, 데이터 비트, 선택적인 패리티 비트, 그리고 정지 비트로 구성된다. 통신이 시작되기 전, 와이어는 High 신호를 유지하며, 시작 비트를 기다린다. 시작 비트는 High 신호에서 Low 신호로의 전환이다. 시작 비트 이후 데이터 비트를 송신하며, 이는 LSB에서 MSB까지의 순서로 전송된다. 데이터 비트를 송신하고 선택적으로 패리티 비트를 추가해 데이터 전송 오류를 감지할 수 있다. 이후 High 상태에 머무르는 정지 비트가 전송된다.

데이터를 수신할 때는 패리티 등의 수신 오류를 확인하고, 데이터 비트에 오류 비트를 합쳐서 데이터를 수신한다. UART는 초당 얼마나 많은 심볼을 전송할 수 있는지를 나타내는 baud rate에 따라 데이터의 전송 속도가 설정되며, 두 UART 모듈이 정상적으로 통신하기 위해선 동일한 UART 프레임 형식과 baud rate를 설정해야 한다.

#### 2) Automatic baud rate detection (ABR)

ABR은 수신 장치가 받은 첫 번째 데이터를 바탕으로 송신 장치의 baud rate를 계산하는 것을 의미한다. UART의 경우, 시작 비트는 High 신호에서 Low 신호로의 전환이고, 이와 명확히 구분하기 위해 시작 비트 이후의 비트는 High 신호를 사용해야 한다. 데이터는 LSB부터 전송하기 때문에 홀수 값을 갖는 데

이터를 사용한다. 시작 비트에서 LSB 까지, 즉 받은 신호가 Low 에서 High 가 될 때까지의 clock 을 세서 한 비트의 길이를 구하고, 이를 역산해 송신 장치의 baud rate 를 얻는다.

3) Autoconfigurable UART Controller

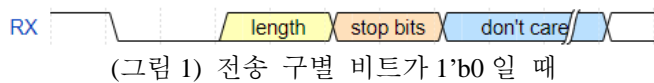
[2]에서 제시한 Autoconfigurable UART controller 는 기존 UART 에는 사용되지 않던 host-slave 개념을 도입한다. 이 구조에서 Host UART 는 10ms 의 reset 신호 (Low)를 송신하고, slave UART 는 reset 신호가 끝나면 0xFF 패킷을 송신한다. Host UART 는 ABR 을 이용해 slave UART 의 baud rate 를 계산한다. 이후 Host UART 는 계산한 baud rate 로 동작하고, slave UART 로부터 데이터 비트 길이 정보, 정지 비트 개수 정보, 패리티 비트 정보의 데이터 프레임 정보를 수신해 host UART 의 데이터 프레임을 slave UART 의 데이터 프레임과 일치시킨다.

이 방식은 UART 자동 구성 전에 host-slave 설정을 미리 완료해야 한다는 단점이 있다. 또한, 데이터 프레임의 각 정보를 따로 전송하기 때문에, 데이터 프레임 설정을 위해서는 baud rate 설정 이후 총 3 번의 정보 전송이 필요하다. 이에 대한 개선안을 제시한다.

4) 개선안 제시

자동 구성을 하기 전 host-slave 관계를 설정하는 것이 아니라, 자동 구성을 진행하면서 느린 UART 가 slave 역할을 수행하고, 빠른 UART 가 host 역할을 수행하도록 한다. 각 UART 는 RX, TX 의 신호가 High 면, LSB 가 1 인 문자를 송신한다. 이를 통해 상대방 UART 에선 ABR 을 활용해 수신한 baud rate 를 알아낼 수 있고, 자신보다 낮은 baud rate 를 수신한 UART 는 상대방 UART 의 baud rate 로 자동 구성한다. 데이터를 반복적으로 송수신하며, 자신의 baud rate 와 일치하는 데이터를 수신할 때까지 자동 구성을 반복한다.

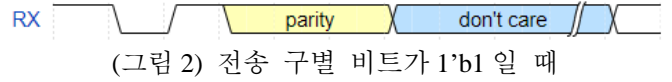
Baud rate 가 일치하면, 수신된 비트가 무엇인지 알 수 있다. UART 에서 사용하는 데이터 비트 길이는 5 비트에서 8 비트이기 때문에 데이터 프레임 정보는 5 비트 안에서 교환되어야 한다. 데이터 비트 길이 정보와 정지 비트 개수 정보를 합쳐서 전송하고, 패리티 비트 정보를 전송해서 2 번의 정보 전송으로 데이터 프레임을 자동 구성한다. 각 전송을 구별하기 위해 첫 번째 비트는 전송 구별 비트로써 전자는 1'b0, 후자는 1'b1 을 사용한다.



(그림 1)과 같이, 전송 구별 비트가 1'b0 이면 다음 2 비트는 데이터 비트 길이를, 그다음 2 비트는 정지 비트의 개수를 나타낸다. 각 비트가 의미하는 것은 <표 1>과 같다.

<표 1> 데이터 비트 길이, 정지 비트의 개수 설정

length		stop bits	
2'b00	5 비트	2'b00	1 정지 비트
2'b01	6 비트	2'b01	1.5 정지 비트
2'b10	7 비트	2'b10	2 정지 비트
2'b11	8 비트		



(그림 2)와 같이, 전송 구별 비트가 1'b1 이면 다음 3 비트는 패리티 비트를 나타낸다. 기존에 제시된 패리티 비트보다 1 비트를 더 사용해 mark (stick 1), space (stick 1) 패리티의 경우도 설정할 수 있다. 각 비트가 의미하는 것은 <표 2>와 같다. 기존 Autoconfigurable UART Controller 와 마찬가지로, 모든 정보가 수신되면 데이터 프레임이 자동 구성된다.

<표 2> 패리티 비트 설정

parity	
3'b000	비활성화
3'b001	홀수 패리티
3'b010	짝수 패리티
3'b011	mark 패리티 (stick 1)
3'b100	space 패리티 (stick 0)

3. 결론

본 논문에서는 UART 의 작동 방식과 Automatic baud rate detection 을 살펴보고, 이를 이용한 Autoconfigurable UART Controller 연구를 소개하고 이의 개선안을 제시했다. 개선안은 기존 연구에 비해 필요한 하드웨어는 늘어나지만, host-slave 관계를 미리 설정하지 않아도 되고, 자동 구성을 위해 필요한 통신의 횟수가 1 회 줄어든다는 장점이 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2024 년 미래형자동차 기술융합혁신인재양성사업)

참고문헌

[1] Cao, L., Chen, J., & Li, J., "Working Principle and application analysis of Uart", 2023 IEEE 2<sup>nd</sup> International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms (EEBDA), Changchun, China, 2023, p. 258.  
 [2] Harutyunyan, S., Kaplanyan, T., Kirakosyan, A., & Momjyan, A. (2020). Design and verification of autoconfigurable UART controller. 2020 IEEE 40<sup>th</sup> International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). <https://doi.org/10.1109/elnano50318.2020.9088789>