

으로부터 반사되는 라이다 신호를 수신하고, 이네이블 신호를 수신하면 신호처리모듈을 동작시켜 위상의 개수 (N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 위상동기루프(PLL)를 통해 위상의 개수 만큼 해당 위상의 클럭 신호를 순차적으로 입력받아 각 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 라이다 신호에 매칭하여 디지털 샘플링하고, 디지털 샘플링된 N x M 개의 라이다 신호 데이터를 저장하고, 저장된 라이다 신호 데이터와 송출된 라이다 신호의 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하여 마이크로 컨트롤러에 전달하는 수신부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 위상동기루프(PLL)와 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 빠른 속도의 클럭을 생성하고, 생성된 클럭을 사용하여 디지털 샘플링을 취함으로써 고해상도의 라이다 데이터를 디지털 도메인에서 처리할 수 있다.

(56) 선행기술조사문헌

김영재 외3. Lidar System용 Self-Ring Oscillation 동작방식의 Time to Digital Converting 카운터 설계. 한국통신학회 2018년도 동계종합학술발표회. 2018.01.17.-19., 1429-1430*
 KR1020160130265 A
 JP4601289 B2
 JP2008145236 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711075702
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신기술인력양성(정보화)
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기여율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

반복적으로 트리거를 출력하는 마이크로 컨트롤러;

상기 트리거가 입력되면 라이다 신호와 라이다의 이네이블(Enable) 신호를 발생시켜 송출하는 송출부; 및

타겟으로부터 반사되는 상기 라이다 신호를 수신하고, 상기 이네이블 신호를 수신하면 신호처리모듈을 동작시켜 위상의 개수(N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 위상동기루프(PLL)를 통해 상기 위상의 개수 만큼 해당 위상의 클럭 신호를 순차적으로 입력받아 각 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 상기 라이다 신호에 매칭하여 디지털 샘플링하고, 디지털 샘플링된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터를 저장하고, 상기 저장된 라이다 신호 데이터와 상기 송출된 라이다 신호의 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하여 상기 마이크로 컨트롤러에 전달하는 수신부를 포함하고,

상기 마이크로 컨트롤러는,

상기 전달받은 타이밍 포인트를 이용하여 위상의 지연(delay) 정도를 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 타겟의 거리를 추정하고,

상기 위상의 클럭 신호는,

동일한 라이징 엣지 수(M)로 입력되며, 위상별로 점점 지연되어 입력되는 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송출부는,

상기 트리거가 입력되면 상기 라이다 신호와 상기 이네이블 신호를 각각 발생시키고, 상기 이네이블 신호를 상기 수신부에 전달하는 신호발생모듈, 및

타겟에 상기 라이다 신호를 송출하는 송신모듈을 포함하는 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 타겟으로 송출되어 반사되는 상기 라이다 신호를 수신하는 수신모듈,

상기 위상동기루프(PLL)를 통해 입력되는 복수개의 클럭 신호 중 트리거_카운트의 카운터 값에 해당하는 위상의 클럭 신호를 선택하여 상기 신호처리모듈에 전달하는 클럭신호 선택모듈,

상기 이네이블 신호를 수신하면, 위상의 개수(N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 상기 클럭신호 선택모듈로부터 입력되는 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 상기 라이다 신호에 매칭하되, 모든 위상의 클럭 신호에 대한 라이징 엣지의 시점이 상기 라이다 신호에 각각 매칭되면, 상기 시점이 매칭된 라이다 신호를 순차적으로 보간하여 디지털 샘플링하고 상기 디지털 샘플링된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값과 수신된 라이다 신호의 크기 값을 계산하는 상기 신호처리모듈,

상기 계산된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값과 수신된 라이다 신호의 크기 값을 저장하는 저장모듈, 및

상기 저장된 라이다 신호 데이터와 상기 송출된 라이다 신호를 기 설정된 크기의 윈도우만큼씩 윈도우화하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하는

타이밍포인트 검출모듈을 포함하는 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 신호처리모듈은,

다음의 식에 의해 상기 메모리 주소의 인덱스 값(RX)을 계산하는 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템:

$$MEM [N \times (M_cnt-1) + Trig_cnt-1] = RX$$

여기서, MEM은 메모리이고, N은 위상의 총 개수이고, M_cnt는 현재 몇 번째 라이징 엣지(M)인지 카운트 한 값이고, Trig_cnt는 현재 몇 번째 위상을 사용하였는지 카운트한 값이다.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 타이밍포인트 검출모듈은,

송출된 라이다 신호와 상기 라이다 신호 데이터를 신호의 시작 지점부터 상기 기 설정된 크기의 윈도우만큼씩 윈도우링하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 각각 계산하되, 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점의 메모리 주소의 인덱스 값을 갱신 저장하여 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점을 상기 타이밍 포인트로 검출하는 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 이네이블 신호는,

상기 신호처리모듈에 포함되어 위상의 개수(N)를 카운트하는 트리그_카운터와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하는 M_카운터를 동작시키기 위한 신호인 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 등가시간샘플링(ETS) 방식과 상관관계 일정분율판별(correlation-Constant Fraction Discriminator, C-CFD) 방식을 이용하여 고해상도의 타겟 거리 추정이 가능한 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 라이다(Light detection and ranging, Lidar)는 1930년대에 공기 밀도 분석을 위해 처음 나온 기술이다. 이후, 레이더(Radar)와 함께 연구되었으며, 거리의 정밀한 관측이 용이하다는 장점으로 인해 위성, 항공기 등에 탑재되었다. 이러한 라이다는 정확한 거리 및 대상 식별 정보를 수집하는 특성이 있기 때문에 최근들어 자율주행차량, 야간 감시, 항공 및 해상 탐지 등 점점 많은 분야에서 활용 가치가 확대되고 있는 실정이다. 기본적으로 자율주행에 사용되는 라이다의 구조는 송신기, 수신기 그리고 신호처리모듈로 구성된다.

[0003] 이러한 라이다의 원리를 살펴보면, 송신기에서 고출력의 펄스형 레이저를 방출하고, 그 레이저는 물체에 맞고 반사되어 수신기에서 수신된다. 하지만 광신호는 아날로그적 특성을 가지기 때문에 디지털 도메인에서 처리하기가 힘들다. 아날로그 신호를 디지털로 변환하기 위해서는 이산 샘플링을 해줘야하는 하는데 샘플링 속도는 디바이스에서 사용하는 클럭과 동기된다. 결과적으로 이 샘플링 속도는 라이다에서 거리 해상도로 이어지게 되므

로, 낮은 클럭을 사용하게 되면 거리 해상도가 낮아져 거리 측정 결과가 정밀하지 못한 문제점이 발생하게 된다.

[0004] 따라서 이를 보완하기 위해 낮은 클럭으로도 높은 해상도를 얻을 수 있도록 하는 기술의 개발이 필요하다.

[0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0011510호(2018.02.02. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 등가시간샘플링(ETS) 방식과 상관관계 일정분율판별(correlation-Constant Fraction Discriminator, C-CFD) 방식을 이용하여 고해상도의 타겟 거리 추정이 가능한 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템은, 반복적으로 트리거를 출력하는 마이크로 컨트롤러; 상기 트리거가 입력되면 라이다 신호와 라이다의 이네이블(Enable) 신호를 발생시켜 송출하는 송출부; 및 타겟으로부터 반사되는 상기 라이다 신호를 수신하고, 상기 이네이블 신호를 수신하면 신호처리모듈을 동작시켜 위상의 개수(N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 위상동기루프(PLL)를 통해 상기 위상의 개수 만큼 해당 위상의 클럭 신호를 순차적으로 입력받아 각 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 상기 라이다 신호에 매칭하여 디지털 샘플링하고, 디지털 샘플링된 N x M 개의 라이다 신호 데이터를 저장하고, 상기 저장된 라이다 신호 데이터와 상기 송출된 라이다 신호의 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하여 상기 마이크로 컨트롤러에 전달하는 수신부를 포함하고, 상기 마이크로 컨트롤러는, 상기 전달받은 타이밍 포인트를 이용하여 위상의 지연(delay) 정도를 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 타겟의 거리를 추정할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 송출부는 상기 트리거가 입력되면 상기 라이다 신호와 상기 이네이블 신호를 각각 발생시키고, 상기 이네이블 신호를 상기 수신부에 전달하는 신호발생모듈, 및 타겟에 상기 라이다 신호를 송출하는 송신모듈을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 수신부는 상기 타겟으로 송출되어 반사되는 상기 라이다 신호를 수신하는 수신모듈, 상기 위상동기 루프(PLL)를 통해 입력되는 복수개의 클럭 신호 중 트리거_카운트의 카운터 값에 해당하는 위상의 클럭 신호를 선택하여 상기 신호처리모듈에 전달하는 클럭신호 선택모듈, 상기 이네이블 신호를 수신하면, 위상의 개수(N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 상기 클럭신호 선택모듈로부터 입력되는 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 상기 라이다 신호에 매칭되, 모든 위상의 클럭 신호에 대한 라이징 엣지의 시점이 상기 라이다 신호에 각각 매칭되면, 상기 시점이 매칭된 라이다 신호를 순차적으로 보간하여 디지털 샘플링하고 상기 디지털 샘플링된 N x M 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값과 수신된 라이다 신호의 크기 값을 계산하는 상기 신호처리모듈, 상기 계산된 N x M 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값과 수신된 라이다 신호의 크기 값을 저장하는 저장모듈, 및 상기 저장된 라이다 신호 데이터와 상기 송출된 라이다 신호를 기 설정된 크기의 윈도우만큼씩 윈도우화하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하는 타이밍포인트 검출모듈을 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 신호처리모듈은 다음의 식에 의해 상기 메모리 주소의 인덱스 값(RX)을 계산할 수 있다.

$$MEM [N \times (M_cnt-1) + Trig_cnt-1] = RX$$

[0011]

[0012] 여기서, MEM은 메모리이고, N은 위상의 총 개수이고, M_cnt는 현재 몇 번째 라이징 엣지(M)인지 카운트 한 값이고, Trig_cnt는 현재 몇 번째 위상을 사용하였는지 카운트한 값이다.

[0013] 또한, 상기 타이밍포인트 검출모듈은 송출된 라이다 신호와 상기 라이다 신호 데이터를 신호의 시작 지점부터 상기 기 설정된 크기의 윈도우만큼씩 윈도우화하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 각각 계산하되, 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점의 메모리 주소의 인덱스 값을 갱신 저장하여 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점을 상기 타이밍 포인트로 검출할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 위상의 클럭 신호는 동일한 라이징 엣지 수(M)로 입력되되, 위상별로 점점 지연되어 입력될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 이네이블 신호는 상기 신호처리모듈에 포함되어 위상의 개수(N)를 카운트하는 트리그_카운터와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하는 M_카운터를 동작시키기 위한 신호일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 이와 같이 본 발명에 따르면, 위상동기루프(PLL)와 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 빠른 속도의 클럭을 생성하고, 생성된 클럭을 사용하여 디지털 샘플링을 취함으로써 고해상도의 라이다 데이터를 디지털 도메인에서 처리할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명에 따르면, 디지털 도메인 처리된 고해상도의 라이다 데이터를 상관관계 일정분율판별 (correlation-Constant Fraction Discriminator, C-CFD) 방식을 이용하여 상관관계 값이 가장 큰 지점을 타이밍 포인트(지연 지점)로 검출할 수 있어 고정밀도의 타겟 거리 추정이 가능한 효과가 있다.

[0018] 또한 본 발명에 따르면, 윈도우 사이즈만큼 윈도우와 수신된 신호를 비교하면서 상관관계 값의 최대치가 갱신 저장되므로 모든 상관관계 결과 값이 저장되지 않아 메모리 사용량이 저감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템을 나타낸 시스템 블록도이다.

도 2은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 ETS를 이용한 디지털 샘플링 데이터 추출 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 디지털 샘플링된 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값(RX)을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 상관관계 값을 이용한 타이밍 포인트 검출 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0021] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0022] 도 1 내지 도 4를 통해 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에 대하여 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템을 나타낸 시스템 블록도이다.

[0024] 도 1에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템은, 마이크로 컨트롤러(100), 송출부(200) 및 수신부(300)를 포함한다.

[0025] 먼저, 마이크로 컨트롤러(100)는 반복적으로 트리거(Trigger)를 출력한다.

[0026] 그리고 송출부(200)는 마이크로 컨트롤러(100)로부터 트리거(Trigger)가 입력되면 라이다 신호(Tx)를 발생시켜 타겟(400)으로 송출하고, 라이다의 이네이블(Enable) 신호(Tx_EN)를 발생시켜 수신부(300)로 전달한다.

[0027] 이때 송출부(200)는 신호발생모듈(210)과 송신모듈(220)을 포함하는데, 먼저, 신호발생모듈(210)은 트리거(Trigger)가 입력되면 이네이블 신호(Tx_EN)를 발생시켜 수신부(300)에 전달하고, 라이다 신호(Tx)를 발생시켜 송신모듈(220)에 전달한다.

[0028] 그리고 송신모듈(220)은 신호발생모듈(210)로부터 발생된 라이다 신호(Tx)를 타겟(400)에 송출한다.

[0029] 마지막으로 수신부(300)는 타겟(400)으로부터 반사되는 라이다 신호(Rx)를 수신하고, 이네이블 신호(Tx_EN)를 수신하면 신호처리모듈(340)을 동작시켜 위상의 개수(N)와 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하고, 위상동기루

프(PLL, 320)를 통해 위상의 개수 만큼 해당 위상의 클럭 신호(CLK_P)를 순차적으로 입력받아 각 클럭 신호(CLK_P)의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 라이다 신호(Rx)에 매칭하여 디지털 샘플링한다.

- [0030] 이때, 한 번의 신호 입력에서 하나의 샘플을 획득하고, 다음 신호 입력에서 앞서 획득한 샘플과 시간 차이를 갖는 샘플을 획득하는 방식인 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 디지털 샘플링 할 수 있다.
- [0031] 또한, 수신부(300)는 디지털 샘플링된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터(ETS_Rx)를 저장하고, 저장된 라이다 신호 데이터(ETS_Rx)와 송출된 라이다 신호(Tx)의 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출하여 마이크로 컨트롤러(100)에 전달한다.
- [0032] 여기서, 위상의 클럭 신호(CLK_P)는 동일한 라이징 엣지 수(M)로 입력되되, 위상(Phase)별로 점점 지연되어 입력된다.
- [0033] 수신부(300)를 상세히 설명하자면, 먼저 수신모듈(310)은 타겟(400)으로 송출되어 반사되는 라이다 신호(Rx)를 수신한다.
- [0034] 그리고 위상동기루프(320)는 데이터 스트링 내에 속도 조절 정보를 함께 넣어 전송하는 기법으로, 위상별 클럭 신호(CLK_P)를 클럭신호 선택모듈(330)에 전달한다.
- [0035] 그리고 클럭신호 선택모듈(330)은 위상동기루프(320)를 통해 입력되는 복수개의 클럭 신호(CLK_P) 중 트리그_카운터(TRIG_COUNTER) 블록(341)의 카운터 값(Trig_cnt)에 해당하는 위상의 클럭 신호를 선택하여 신호처리모듈(340)에 전달한다.
- [0036] 즉, 클럭신호 선택모듈(330)은 Trig_cnt에 해당하는 위상 클럭 신호를 위상동기루프(320)로부터 전달받는다.
- [0037] 그리고 신호처리모듈(340)은 신호발생모듈(210)로부터 이네이블 신호(Tx_EN)를 수신하면, 트리그_카운터 블록(341)을 통해 위상의 개수(N)를 카운트하고, M_카운터(M_COUNTER) 블록(342)을 통해 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하며, 클럭신호 선택모듈(330)로부터 입력되는 클럭 신호의 라이징 엣지에 해당하는 시점을 라이다 신호(Rx)에 매칭하되, 모든 위상의 클럭 신호에 대한 라이징 엣지의 시점이 라이다 신호(Rx)에 각각 매칭되면, 시점이 매칭된 라이다 신호(Rx)를 순차적으로 보간하여 디지털 샘플링한다.
- [0038] 여기서, 이네이블 신호(Tx_EN)는 신호처리모듈(340)에 포함되어 위상(phase)의 개수(N)를 카운트하는 트리그_카운터(TRIG_COUNTER) 블록(341)과 클럭의 라이징 엣지 수(M)를 카운트하는 M_카운터(M_COUNTER) 블록(342)을 동작시키기 위한 신호이다.
- [0039] 따라서, 트리그_카운터(TRIG_COUNTER) 블록(211)의 Trig_cnt값은 어떤 위상(Phase)의 클럭(CLK)을 사용할 것인지 선택해주는 역할과, 디지털 샘플링된 수신 신호(Rx)의 메모리 주소 값을 계산하는데 사용되고, M_카운터(M_COUNTER) 블록(212)의 M_Cnt 값은 디지털 샘플링된 수신 신호(Rx)의 메모리 주소 값을 계산하는데 사용된다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 ETS를 이용한 디지털 샘플링 데이터 추출 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 본 발명의 실시예에서는 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 도 2에서와 같은 위상별 클럭 신호(Phase1~PhaseN)가 입력되면 클럭 신호에 대한 라이징 엣지의 시점이 라이다 신호(Rx)에 각각 매칭되어 타이밍을 가지는 라이다 신호(ETS_Rx)를 이용하여 디지털 샘플링된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터를 얻을 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 위상동기루프(320)를 이용하여 N개의 위상(Phase)을 사용할 수 있다고 가정할 때, 클럭 신호는 N번 반복하여 들어올 수 있다. 이때, 1번 주기에서는 클럭신호 선택모듈(330)를 통해 위상 1(Phase 1)에 해당하는 위상의 클럭 신호를 입력받아 M개의 트리거를 사용하여 M개의 신호를 얻을 수 있다. 마찬가지로 2번 주기에서는 클럭신호 선택모듈(330)를 통해 위상 2(Phase 2)에 해당하는 위상의 클럭 신호를 입력받아 M개의 신호를 얻을 수 있고, N번 주기에서는 클럭신호 선택모듈(330)를 통해 위상 N(Phase N)에 해당하는 위상의 클럭 신호를 입력받아 총 $N \times M$ 개의 디지털 샘플링된 라이다 신호 데이터(ETS_Rx)를 얻을 수 있다.
- [0043] 따라서 본 발명의 실시예에 의하면, 본래 클럭 속도의 경우 N개에 해당하는 해상도를 가지는 라이다 신호를 얻을 수 있지만, 위상동기루프(320)와 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 $N \times M$ 개에 대응하는 고해상도의 라이다 신호를 얻을 수 있다.
- [0044] 또한, 신호처리모듈(340)은 디지털 샘플링된 $N \times M$ 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값(RX)과 수신된 라이다 신호(Rx)의 크기 값을 계산할 수 있다.

[0045] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 디지털 샘플링된 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값(RX)을 설명하기 위한 도면이다.

[0046] 도 3에서와 같이, 타이밍에 맞도록 순차적으로 메모리 주소의 인덱스 값(RX)을 재배열해야하기 때문에 메모리의 주소 인덱스 값은 수학적 식 1과 같이 계산된다.

수학적 식 1

$$\text{MEM} [N \times (M_cnt-1) + \text{Trig_cnt}-1] = \text{RX}$$

[0047]

[0048] 여기서, MEM은 메모리이고, N은 위상의 총 개수이고, M_cnt는 현재 몇 번째 라이징 엣지(M)인지 카운트 한 값이고, Trig_cnt는 현재 몇 번째 위상을 사용하였는지 카운트한 값이다.

[0049] 그리고 저장모듈(350)은 신호처리모듈(340)을 통해 계산된 N x M 개의 라이다 신호 데이터의 메모리 주소의 인덱스 값(RX)과 수신된 라이다 신호(Rx)의 크기 값을 저장한다.

[0050] 마지막으로 타이밍포인트 검출모듈(360)은 저장모듈(350)에 저장된 라이다 신호 데이터와 송출된 라이다 신호를 기 설정된 크기의 윈도우만큼씩 윈도우링하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계(Correlation) 값을 계산하고, 계산된 값으로부터 타이밍 포인트를 검출한다.

[0051] 자세히는, 본 발명의 실시예에서는 상관관계 일정분율판별(correlation-Constant Fraction Discriminator, C-CFD) 방식을 이용하여 타이밍 포인트를 검출하는데, 먼저, 일정분율판별(CFD) 방식은 감쇠된 입력 신호와 지연된 입력 신호의 교차점에 타이밍 지점을 위치시켜 신호에서 발생하는 에러를 감소시켜 정확한 타이밍 포인트를 찾는 것이다. 그러나 본 발명에서는 등가시간샘플링(ETS) 방식에 의해 라이다 신호가 디지털 도메인(Digital Domain) 신호로 넘어왔기 때문에 신호간의 유사성을 판별하는 상관관계(Correlation) 방식을 사용할 수 있다.

[0052] 즉, 타이밍포인트 검출모듈(360)은 타겟(400)에 맞고 수신되는 라이다 신호(Rx)는 송출된 신호(Tx)와 신호의 유사성이 있다는 점을 이용하여, 송출된 라이다 신호(Tx)와 라이다 신호 데이터(ETS_Rx)를 신호의 시작 지점부터 기 설정된 크기의 윈도우(window)만큼씩 윈도우링하면서 신호간 유사성을 비교하여 상관관계 값을 각각 계산하되, 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점의 메모리 주소의 인덱스 값을 갱신 저장하여 가장 큰 상관관계 값을 가지는 지점을 타이밍 포인트로 검출하여 마이크로 컨트롤러(100)에 전달한다.

[0053] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템에서 상관관계 값을 이용한 타이밍 포인트 검출 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 타이밍포인트 검출모듈(360)은 도 4의 (b)에서와 같이 적당한 크기의 윈도우(Window)를 정하고 신호의 시작점부터 윈도우 사이즈만큼 윈도우와 수신된 신호(Rx)를 비교해가면서 상관관계 값이 가장 큰 지점을 타이밍 포인트로 검출한다.

[0055] 따라서, 도 4의 (a)에서와 같이 1주기 내에 수신 신호의 지연(delay)이 어느 정도 발생했는지 판단할 수 있다.

[0056] 특히, 도 4의 (a)에서와 같이 특정한 펄스를 사용하는 경우, 사각 펄스보다 상관관계 정확도가 높게 검출될 수 있다.

[0057] 상관관계 값을 계산할 때 가장 큰 상관관계 값(MAX값)을 저장하고, 비교시마다 갱신저장함에 따라 모든 상관관계 결과 값을 저장하지 않아도 되므로 메모리의 사용량을 저감시킬 수 있는 효과가 있다.

[0058] 마이크로 컨트롤러(100)는 타이밍포인트 검출모듈(360)로부터 전달받은 타이밍 포인트를 이용하여 위상의 지연(delay) 정도를 판단하고, 지연 정도를 거리로 환산하여 타겟(400)의 거리를 추정할 수 있다.

[0059] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 고해상도를 가지는 디지털 도메인 라이다 시스템은 위상동기루프(PLL)와 등가시간샘플링(ETS) 방식을 이용하여 빠른 속도의 클럭을 생성하고, 생성된 클럭을 사용하여 디지털 샘플링을 취함으로써 고해상도의 라이다 데이터를 디지털 도메인에서 처리할 수 있다.

[0060] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 디지털 도메인 처리된 고해상도의 라이다 데이터를 상관관계 일정분율판별(correlation-Constant Fraction Discriminator, C-CFD) 방식을 이용하여 상관관계 값이 가장 큰 지점을 타이밍 포인트(지연 지점)로 검출할 수 있어 고정밀도의 타겟 거리 추정이 가능한 효과가 있다.

[0061] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 윈도우 사이즈만큼 윈도우와 수신된 신호를 비교하기면서 상관관계 값의 최대치가 갱신 저장되므로 모든 상관관계 결과 값이 저장되지 않아 메모리 사용량이 저감되는 효과가 있다.

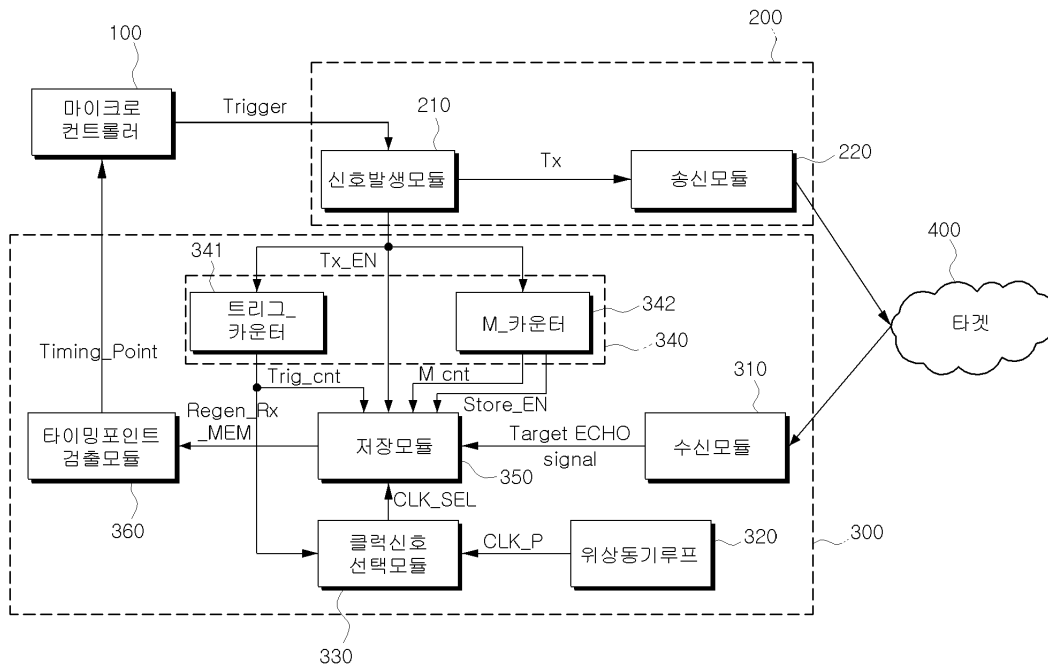
[0062] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

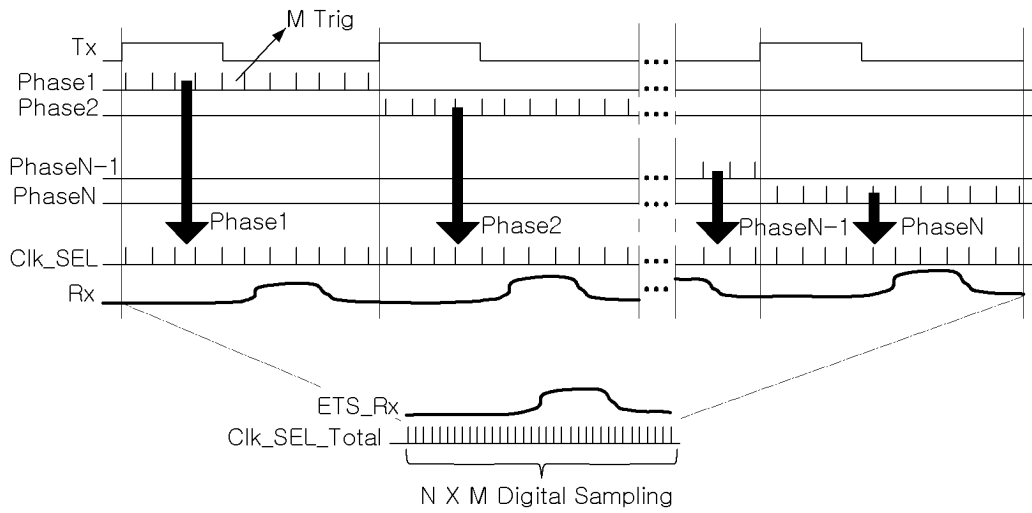
- | | | |
|--------|-------------------|-----------------|
| [0063] | 100 : 마이크로 컨트롤러 | 200 : 송출부 |
| | 210 : 신호발생모듈 | 220 : 송신모듈 |
| | 300 : 수신부 | 310 : 수신모듈 |
| | 320 : 위상동기루프 | 330 : 클럭신호 선택모듈 |
| | 340 : 신호처리모듈 | 350 : 저장모듈 |
| | 360 : 타이밍포인트 검출모듈 | 400 : 타겟 |

도면

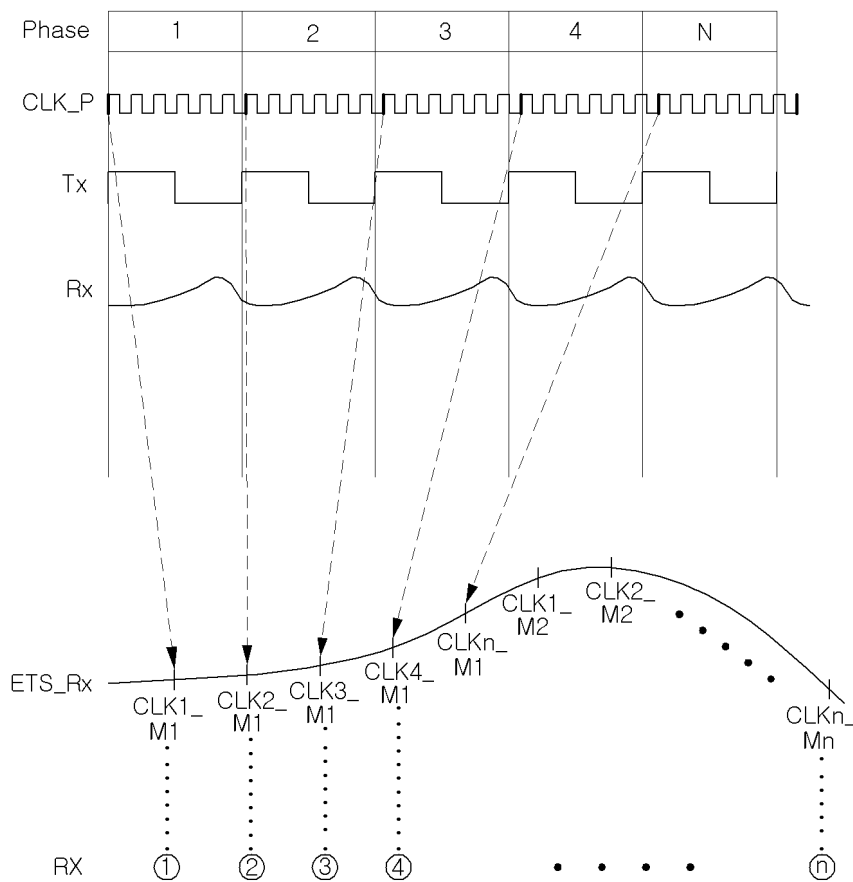
도면1



도면2



도면3



도면4

