

BLE 기반의 비콘을 이용한 스마트 출석 확인 시스템

안성우*

Smart Attendance Checking System based on BLE using a Beacon

Sung-Woo Ahn*

요 약

사물인터넷 서비스 환경에서는 사물과 인간의 활동을 추적하는 센서가 기본 요소로 포함되며, 정보를 수집하고 처리하는 매개수단으로 스마트폰이 적극 활용되고 있다. 특히, 사물인터넷 구현 시에 스마트폰에서 제공하는 무선 및 근거리통신기술은 정보 교환을 위해 꼭 필요하다. 본 논문에서는 출석정보의 확인을 자동으로 처리하여 대학 강의의 질을 향상시킬 수 있도록 비콘과 BLE 기반의 스마트 출석 확인 시스템을 제안하고 구현한다. 제안한 시스템은 강의실 출입을 자동으로 인식하기 위한 센서로 비콘을 사용하고, 학생과 교수의 스마트폰에서 제공하는 BLE 통신을 매개수단으로 사용한다. 제안한 시스템을 사용함으로써 교수는 출석확인 시간을 최소화하여 좀 더 강의에 시간을 투자할 수 있어 강의의 질을 높일 수 있는 장점이 있다.

ABSTRACT

In an environment of IoT services, sensors to track things and human activities are included as an essential element and smart phone is actively used as a means of collecting and processing information from sensors. Especially, wireless communication and NFC provided by the smart phone are key technologies for exchanging information between participants of IoT service. In this paper, we propose and implement the smart attendance checking system based on BLE using a beacon for improving the quality of a university lecture by processing attendance information automatically. Proposed system uses the beacon sensor for being aware of attendance information and the smart phone for receiving and processing this information. The implemented system has the benefit to improve the lecture quality because a professor can minimize attendance checking time and spend a lot of time on the lecture.

키워드

Beacon, Near-Field Communication, BLE, Push Notification Service, Smart Phone
비콘, 근거리 통신, 블루투스, 푸시 알림 서비스, 스마트폰

1. 서론

사물인터넷 기술의 등장과 발전으로 사람이 직접 관여해야했던 일들이 사물들 간의 통신으로만 자동으로 처리되도록 서비스가 점차 고도화되고 있다. 또한,

사물과 인간에게 다양한 센서를 부착하여 관심 정보를 수집하고, 이를 네트워크를 통해서 전달하여 활용함으로써 생활 곳곳에서 편의성이 증대되고 있다 [1-2]. 스마트폰은 대중화와 고성능화로 인해 사물인터넷의 구현에 가장 많이 활용되는 기기 중 하나이다.

* 교신저자 : 경남정보대학교 컴퓨터계열
• 접수일 : 2015. 12. 28
• 수정완료일 : 2016. 02. 13
• 게재확정일 : 2016. 02. 24

• Received : Dec. 28, 2015, Revised : Feb. 13, 2016, Accepted : Feb. 24, 2016
• Corresponding Author : Sung-Woo Ahn
Subdivision of Computer Engineering, Kyungnam College of Information & Technology
Email : ahnsw@kit.ac.kr

주변에 있는 센서와 통신을 하거나 자신에게 부착된 센서로부터 정보를 수집하여 바로 서비스에 활용 가능할 뿐만 아니라 네트워크를 통해 수집된 정보를 필요로 하는 곳으로 전달시키기 아주 적합한 매체이다. 스마트폰을 활용한 킬러 어플리케이션으로 위치기반 서비스가 대표적이며 NFC, 비콘 등의 센서기술 발달로 기존에는 제한적이었던 실내위치 인식을 기반으로 한 서비스도 함께 많은 관심을 받고 있다[3-4].

본 논문에서는 센서와 스마트폰을 활용하여 사물인터넷의 편의성을 대학교육에 적용시키기 위해 스마트 출석 확인 시스템을 설계하고 구현한다. 대학 강의의 출석 정보는 학생들의 강의 참여 상태를 확인하여 성적 부여뿐만 아니라 학생들의 태도를 파악하기 위한 중요한 자료로 활용된다. 따라서 교수는 매 강의시간 출석확인을 통하여 학생들의 강의참여도를 파악하고, 이를 평가에 활용하고 있다. 대부분의 출석확인 은 교수의 수작업에 의존하고 있기 때문에 강의시간 중 일부를 할애하여 처리하고 있으며, 이 시간동안은 강의 내용과 관련된 활동이 거의 이루어지기 힘들다. 이러한 문제를 개선하여 강의의 질을 향상시키기 위해 자동 출석 체크가 가능한 시스템을 구현하고자 한다.

본 논문에서 제안하는 스마트 출석 확인 시스템은 스마트폰과 강의실 출입구에 설치된 비콘을 활용하여 학생 출입정보를 자동으로 인식한 후 출석에 반영할 수 있도록 한다. 또한, 스마트폰의 푸시 알림 서비스를 사용하여 교수가 실시간으로 학생들의 출석 상태 변경을 확인할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트 출석 확인 시스템을 구현하기 위한 관련 연구를 기술한다. 3장에서는 대상 환경 제시, 시스템 구성요소 및 동작 정의를 통해 시스템을 설계하고, 4장에서는 스마트 출석 확인 시스템의 구현 결과를 보여준다. 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다.

II. 관련 연구

사물인터넷을 구성하는 네트워크는 시스템 자원 및 처리 능력의 제한을 많이 받는다. 그래서 비교적 자원 처리 능력이 뛰어난 PC와 모바일 기기를 대상으로 하는 WLAN(: Wireless Local Area Network)부터

저전력의 센서노드를 효과적으로 제어하기 위해 많이 사용되는 지그비(Zigbee) 네트워크까지 다양한 통신방법들이 존재한다. 이 중 근거리통신을 위한 NFC(: Near Field Communication)와 블루투스는 스마트폰 보급이 확산되고 대부분의 스마트폰에 기본 장착되면서, 이를 활용한 서비스가 폭발적으로 증가하고 있다.

NFC는 RF 신호를 사용하는 비접촉식근거리 무선 통신 기술로써 10cm 정도의 가까운 거리에서 단말기간 데이터를 전송하기 위해 주로 사용된다. 통신거리가 짧기 때문에 상대적으로 보안이 우수하여 결제 서비스뿐만 아니라, 교통, 출입통제, 잠금장치 등 다양한 영역에서 사용되고 있다[5].

저전력 블루투스(BLE : Bluetooth Low Energy) 통신 방식은 2013년 애플이 WWDC(: World Wide Development Conference)에서 iBeacon 기술을 소개하면서 주목을 받고 있다. iBeacon은 BLE를 기반 통신 기술로 사용을 하고 있으며, iOS 7 이상을 사용하는 애플 디바이스와 안드로이드 4.3 이상과 BLE 통신을 지원하는 스마트기기 대부분이 적용 가능하다. iBeacon은 주기적으로 BLE 패킷을 송신(Advertising)하고 이를 수신(Scanning)한 기기는 iBeacon과의 거리를 예측하는 것이 가능하므로 NFC와 달리 위치 기반의 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 또한, 신호 송수신 거리가 길기 때문에 근거리 접촉이 필요 없어 사용자의 행동을 요구하지 않는 편리함을 제공한다. 이와 같은 특징들을 활용하여 최근 iBeacon을 이용한 다양한 사물인터넷 서비스가 출시되고 있다[3-4].

스마트폰용 서비스에서 빠질 수 없는 기능 중 하나로 클라이언트에 업데이트 정보를 실시간으로 전달해주는 푸시 알림 서비스(Push Notification Service)를 들 수 있다. 서비스를 구축할 때 구글의 GCM(: Google Cloud Messaging), 애플의 APNS(: Apple Push Notification Service)와 같이 운영체제 벤더들이 제공하는 공공 푸시 알림 서비스를 사용하거나 커스텀 푸시 알림 서버를 구축하여 사용할 수 있다. 커스텀 푸시 알림을 구현하기 위해서 사용되는 기술로써 MQTT(: Message Queue Telemetry Transport), XMPP(: eXtensible Messaging and Presence Protocol), CoAP(: Constrained Application Protocol) 등이 있다[6-7].

공공 푸시 알림 서비스는 운영체제 벤더들이 제공하는 API와 서버를 이용해 간편하게 구현을 할 수

있는 장점이 있는 반면에, 운영체제별로 다른 푸시 알림 서비스 구현이 필요하며 메시징 서비스에 대한 품질 보증을 제공하지 않아 고품질의 서비스가 어렵다는 단점을 가지고 있다. 커스텀 푸시 서비스는 운영체제의 제약을 받지 않고 동일한 기술을 사용할 수 있으며 기능 추가를 통해 고품질의 푸시 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 그러나 기능구현 및 유지보수를 위한 노력이 추가되며 최적화가 되지 않은 경우 서버와의 연결 유지에 프로토콜 오버헤드가 발생하여 배터리 낭비를 가져올 수 있는 단점을 내포하고 있다.

스마트 출석 확인 시스템을 위하여 기존의 연구[8], [9]에서 비콘과 스마트폰을 활용한 출석 확인 방법이 연구되었다. [8]에서는 출석정보의 수집 및 전달을 위한 프레임워크로 DDS 미들웨어의 사용을 제안하였다. 그러나 DDS를 스마트 출석 확인 시스템에 적용했을 때 프로토콜의 동작 특성으로 인한 통신비용의 부담을 수반하고 있다. 이를 해결하기 위해 [9]에서 통신 방법을 서버/클라이언트 기반으로 변경하고 실시간 정보 전달을 위해 GCM을 사용하도록 개선하여 설계하고 구현하였다. 본 연구에서는 [9]에서 설계한 시스템의 동작 및 서버 통신 방법을 상세화하여 제시하고 구현 시스템의 동작에 대해서 기술한다.

III. 스마트 출석 확인 시스템 설계

3.1 대상 환경

본 논문에서는 그림 1과 같이 비콘에서 발생하는 신호를 받아 처리하는 시스템을 대상으로 한다. 시스템에서 사용되는 정보는 학생들의 강의실 출입에 따른 출석정보이며, 이 정보는 강의실에 설치된 비콘 신호를 학생의 스마트폰을 통해서 수신하여 처리된다. 모든 정보는 서버에 저장되며 해당 정보의 요청이 발생할 시 요청자에게 자동으로 전달되도록 한다. 그림 1의 참여자는 학생과 교수이며 각각 다음의 정보 수집 및 요청을 담당한다.

- ① **학생** : 출석상태정보 생산, 출석확정정보 수신
 - 비콘 신호의 수신 상태를 파악하여 출석, 지각, 조퇴 등의 정보를 서버로 전송
 - 교수가 확인한 출석확정정보를 자동으로 수신
 - 시간표, 출석 히스토리 등 출석 부가정보 수신

- ② **교수** : 출석상태정보 수신, 출석확정정보 생산
 - 강의실에 출입한 학생들의 출석상태정보를 서버로부터 수신
 - 수동으로 출석을 확인한 후 확정정보를 서버로 전송
 - 강의 및 출석 현황 등 부가정보 수신

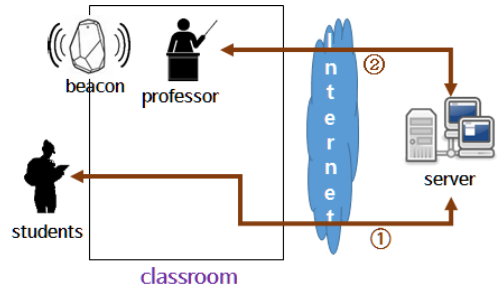


그림 1. 스마트 출석 확인 시스템 대상 환경

Fig 1. Target environment of the smart attendance checking system

비콘 기반의 출석정보 수집 및 관리의 주요 목적은 자동으로 정보를 갱신하고 확인하여 편의성을 증대시키기 위함이다. 따라서 정보를 서버에 전달하고 요청하는 작업에 시스템 참여자의 개입을 최소화해야 한다. 이를 위해 애플리케이션은 푸시 알림 서비스를 사용하여 서버의 정보를 자동으로 수신할 수 있다.

3.2 시스템 구성요소 및 동작 정의

본 논문에서 제안하는 스마트 출석 확인 시스템은 애플이 발표한 비콘(iBeacon)을 통한 실내위치 파악을 주요 기술로 사용한다. 비콘은 주기적으로 BLE 패킷을 송신하고 스마트폰에 설치된 앱은 패킷을 수신한 후 비콘과의 거리를 예측한다. 강의실의 출입 정보는 3G, LTE, Wi-Fi 등 스마트폰에 내장된 무선 통신 모듈을 통해 자동으로 서버에 전송되어 저장된다.

그림 2는 스마트 출석 확인 시스템을 구축하기 위한 시스템 구성을 보여주고 있다. 주요 구성 요소는 역할에 따라 센서, 클라이언트, 네트워크(LAN, WAN), 서버의 4부분으로 나누어진다.

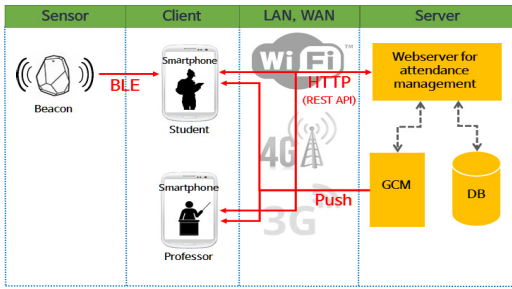


그림 2. 스마트 출석 확인 시스템 구성 요소

Fig 2. System components of the proposed system

- **센서** : 강의실에 설치된 비콘에서 신호를 수신하여 학생들의 강의실 출입여부를 판별한다.
- **클라이언트** : 참여하는 클라이언트의 역할에 따라 교수, 학생이 있다. 학생은 자신의 스마트폰을 통하여 비콘의 신호를 받아 출석상태정보를 생산하고 출석확정정보를 서버로부터 수신한다. 교수는 출석상태정보를 수신, 수동으로 기록이 필요한 출석확정정보를 생산한다.
- **네트워크(LAN, WAN)** : 통신 인프라는 Wi-Fi, 4G LTE, 3G 통신 등 무선 인터넷과 유선 랜 등 현재 사용되고 있는 LAN, WAN 통신 인프라를 사용한다. 본 시스템에서는 통신시 요청 및 응답 채널, 푸시 알림 채널을 사용한다.
 - **요청 및 응답 채널** : HTTP 프로토콜 기반의 통신을 사용하면 기존의 다양한 REST API 및 라이브러리를 활용하는 것이 가능하기 때문에 구현의 편리성을 확보할 수 있다.
 - **푸시 알림 채널** : 스마트폰용 푸시 알림 서비스 중 GCM을 사용한다.
- **출석관리 웹서버** : HTTP 기반의 요청 및 응답을 처리한다. 클라이언트의 최초 접속 시 인증을 하며 인증 후 클라이언트 및 세션 정보를 생성하여 관리한다.

그림 3은 시스템 구성 요소를 기반으로 하여 각 구성요소 간에 전달되는 정보 내용 및 주요 기능에 대해 보여주고 있다. 스마트폰 앱은 학생용과 교수용으로 나누어진다. 학생용 앱은 비콘과 통신을 하여 강의실의 입실과 퇴실 정보를 가져온다. 수집된 정보는 인증을 거쳐 출석정보 관리 서버에 저장되며 서버에 저장된 정보를 학생용 앱에서 요청을 하면 서버는 해당 정보를 검색 후 학생용 앱에게 전달한다.

학생용 앱은 비콘을 통해 인지된 본인의 출석정보를 서버에 전달하고 출석관련 부가 정보를 제공한다. 주요 제공 기능으로 (1) 간편 본인인증, (2) 자동출석 정보 전달, (3) 스마트폰에 저장되지 않은 출석 히스토리 검색, (4) 수동 출석정보 실시간 확인이 있다.

교수용 앱은 비콘과 통신은 하지 않고 서버에서 원하는 출석 정보를 조회하여 제공하는 기능을 포함한다. 주요 제공 기능으로 (1) 간편 본인 인증, (2) 오늘의 강의 및 출석현황 조회, (3) 수동 출석정보 반영, (4) 출석 히스토리 검색이 있다.

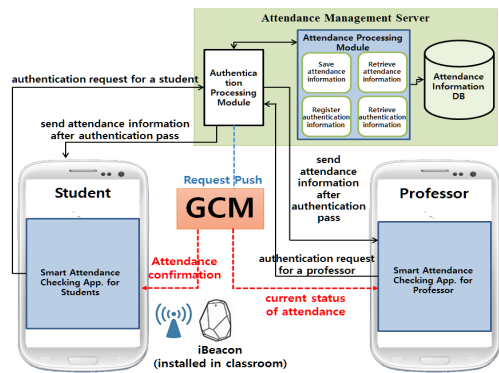


그림 3. 시스템 구성요소의 동작 개요

Fig. 3 Operation overview between system components

GCM은 다음과 같은 경우에 사용된다. 첫째, 출석현황을 실시간으로 교수용 앱에 반영하기 위해서 사용된다. 즉, 학생용 앱에서 출석정보를 서버에 전송하면 서버는 해당 정보를 GCM을 통해서 교수용 앱으로 전달한다. 둘째, 수동 출석정보 반영에 사용된다. 비콘의 오작동 등으로 출석정보가 누락되었을 때 교수용 앱을 통하여 수동으로 출석정보 수정이 가능하며 수정된 정보가 서버에 전달되면 서버는 다시 해당 출석정보를 GCM을 통해서 학생용 앱으로 전달한다.

IV. 스마트 출석 확인 시스템 구현

본 논문에서 구현한 스마트 출석 확인 시스템의 구현 환경은 표 1과 같다. 강의실에 설치된 비콘은 위스턴 비콘 페블을 사용하였으며, 스마트폰용 앱은 안드

로이드 환경에서 구현되었다. 서버와의 통신을 위해 Apache 웹서버를 사용하고 정보 저장을 위한 데이터베이스로 mySQL이 사용되었다.

표 1. 시스템 구현 환경
Table 1. System implementation environment

Components	Description
Beacon	Wizturn Beacon - Type pebBLE
Case Tool	Eclipse(Java)
Mobile OS	Android KitKat (4.4)
Smart Phone	Samsung Galaxy S5
Server	Apache web server, mySQL DB

그림 4는 스마트폰 앱의 본인인증 화면을 보여주고 있다. 출석 정보의 업데이트 및 접근은 허용된 사용자만이 가능해야 하므로 스마트폰의 번호를 서버에 먼저 등록해놓는다. 최초로 앱이 서버와 통신을 할 때 스마트폰의 유심에 있는 휴대폰 번호를 통해서 인증 후 클라이언트 세션 정보를 생성하여 관리함으로써 허용되지 않은 접근을 제한한다.

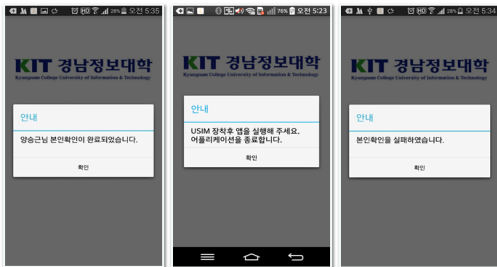


그림 4. 휴대폰 번호를 이용한 간편 본인 인증
Fig. 4 Simple authentication by the phone number

그림 5는 학생용 앱의 실시간 출석정보 확인 화면을 보여주고 있다. 기본적으로 해당 학생에 대한 오늘의 강의 시간표를 출력하고 강의 시간별로 강의실 출입이 발생했을 때 해당 강의의 출석정보를 업데이트하고 앱 화면을 동작시켰을 때 화면에 업데이트된 정보를 출력한다. 이외에 학생용 앱에서는 출석 히스토리 검색 기능을 제공하여 월별로 해당 학생이 수강한 과목을 리스트로 보여주고 대상 강의를 선택하면 강의 시간별 출석 현황을 보여주는 기능 등을 제공한다.



그림 5. 실시간 출석정보 확인(학생용 앱)
Fig. 5 Checking current attendance status (App. for student)

그림 6은 교수용 앱에서 오늘의 강의 및 출석현황 검색 화면을 보여주고 있다. 교수용 앱도 학생용 앱과 마찬가지로 실행 및 서버와의 통신을 할 때 인증 과정을 거쳐 정상 사용자임을 확인한다. 이후 기본 화면으로 오늘의 강의 시간표를 출력하고 해당 강의를 선택하면 수강한 학생들의 실시간 출석정보를 보여준다. 출석정보는 GCM을 통해서 앱으로 Push가 된다.



그림 6. 오늘의 강의 및 출석현황 (교수용 앱)
Fig. 6 Displaying today's lectures and attendance status (App. for professor)

교수용 앱은 수동 출석정보 반영과 출석 히스토리 검색 기능도 제공한다. 비콘의 비정상적인 동작, 블루

투스 통신 실패 등 다양한 경우에 자동으로 출석 체크가 안 될 수 있다. 이러한 경우 학생이 요청하면 교수용 앱에서 출석 정보를 수동으로 설정이 가능해야 한다. 설정을 완료하게 되면 해당 출석정보는 서버에서 업데이트가 되고 대상 학생의 스마트폰으로 GCM을 통해서 실시간으로 전달된다.

V. 결 론

본 논문에서는 스마트폰과 센서를 활용하여 교육현장에서 적용할 수 있는 사물인터넷 서비스로 스마트 출석 확인 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안한 시스템은 자동으로 출석을 확인하기 위해 BLE 통신 기반의 비콘을 사용하였고, 신호 수신, 정보 처리 및 전달 등의 매개체 역할을 위해 스마트폰을 사용하였다. 제안된 시스템을 사용함으로써 교수는 자동으로 수집된 출석 정보를 실시간으로 파악이 가능하다. 이를 통하여 수업진행 시간을 추가 확보하여 강의의 질을 높일 수 있다. 향후 연구로는 스마트폰 앱과 서버 간의 출석정보 교환에 대한 신뢰성을 보장하기 위한 보안 정책 추가와 대리출석, 비콘 신호 수신에 오작동 등에 대처하기 위한 프로토콜 상세화가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 특성화전문대학 육성사업으로 지원을 받아 수행된 것임.

References

- [1] D. Ryu, "Development of BLE Sensor Module based on Open Source for IoT Applications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 3, 2015, pp. 419-424.
- [2] J. Kim, "A Smart Home Prototype Implementation Using Raspberry Pi," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, 2015, pp. 1139-1144.
- [3] D. Kim, S. Kim, and E. Jin, "The Research on iBeacon technology trend and issue," *Korea Computer Congress*, Busan, Korea, June 2014, pp. 390-392.
- [4] S. Lee, W. Kim, Y. Choi, and D. Kwon, "Technical and Service Trend of Global IT Companies for Smartphone Location-based Service," *Electronics and Telecommunications Trends*, ETRI, vol. 28, no. 6, 2013, pp. 99-106.
- [5] D. Kim and S. Choi, "A Design and Implementation of the Easy Payment by Using Mobile Device," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 5, 2015, pp. 607-614.
- [6] S. Choi, J. Kim, S. Lee, and I. Ahn, "Message Protocol Overview in M2M/IoT Communications," *Proc. of Symp. of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Pyeongchang, Korea, Jan. 2014, pp. 325-326.
- [7] D. Lee and D. Choi, "Implementation of Zigbee-based Publish/Subscribe System for M2M/IoT Services," *J. of Korea Multimedia Society*, vol. 17, no. 12, 2014, pp. 1461-1472.
- [8] S. Ahn, "Design of Smart Attendance Management System based on Near-field Communication Equipment," *Conf. on Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 2, Cheonan, Korea, Oct. 2014, pp. 452-454.
- [9] S. Ahn, "Design and Implementation of the Smart Attendance Management System based on a Beacon," *Conf. on Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 1, Tongyeong, Korea, May 2015, pp. 437-440.

저자 소개



안성우(Sung-Woo Ahn)

1999년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

2001년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2009년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2010년 삼성탈레스 해양/시스템연구소 전문연구원
2012년~현재 경남정보대학교 컴퓨터계열 교수

※ 관심분야 : 모바일 응용 서비스, 사물인터넷, 빅데이터