

모바일 3D 블루투스 게임 엔진을 위한 패킷통신 스케줄링 기법에 관한 연구

조종근⁺ · 김형일^{**}

요 약

본 논문에서는 OpenGL-ES 기반의 모바일 3D 블루투스 게임 엔진을 설계 및 구현하였다. 기존 모바일 3D 네트워크 게임에서는 Wap(Wireless Application Protocol)과 VM 방식(Network)을 이용한 무선인터넷 게임이 주류를 이루고 있다. 그러나, 이들 모바일 네트워크 게임의 단점으로 지적되는 무선 네트워크 접속에 따른 지나친 통신 요금의 부담으로 인해 VM 형태를 기반으로 하는 다운로드형 게임 즉, 단독형 게임이 인기를 끌고 있다.

본 논문에서는 이러한 모바일 네트워크 게임의 단점을 해결하기 위해 모바일 3D 표준(C언어 기반)인 OpenGL-ES로 근거리에서 있는 사람들이 무선 인터넷에 접속하지 않고, 모바일 3D 네트워크 게임을 즐길 수 있는 모바일 3D 블루투스 게임 엔진을 제작하며, 다수의 블루투스 단말기 상에서 패킷 데이터를 전송할 때, 블루투스 처리 속도를 향상시키는 스케줄링(Scheduling) 방법을 제시한다.

키워드 : 모바일 3D 엔진, 블루투스, 패킷 스케줄링

The Study on Packet Communication Scheduling Scheme for Mobile 3D Bluetooth Game Engine

JongKeun Cho⁺ · Hyung-Il Kim^{**}

ABSTRACT

This study focused on design and implementation of Mobile 3D Bluetooth Game Engine based on OpenGL-ES. In Mobile 3D network game so far, there is a form the mainstream of wireless internet game using WAP and VM. But, VM game are popular because of an excessive communication expense problem for this mobile network game that occur when connect to wireless internet as point out to problem by it, that is, stand-alone game are very popular.

This study introduce a mobile 3D Bluetooth Game Engine which is based on mobile 3D standard using OpenGL-ES to solve a problem like mobile network game generally that occur when connect to take pleasure a wireless internet from some people into a short distance. When the number of concurrent packet datum by Bluetooth terminal transfers to each other, we shows that the proposed scheduling scheme for enhancing the process speed up on Bluetooth.

Key Words : Mobile 3D Game Engine, Bluetooth Scheduling, OpenGL-ES

1. 서 론

과거 모바일 네트워크 게임들은 SMS를 이용한 텍스트 기반의 게임에서 발전해 WAP(Wireless Application Protocol)과 VM(Virtual Machine) 방식을 이용한 무선 인터넷 게임이 주류를 이루고 있었다. 현재까지 모바일 게임을 나누어 보면, <표 1>과 같이 4가지의 형태로 나누어 볼 수 있다.

이에 본 논문에서는 모바일 표준 3D 그래픽 API(C언어 기반)인 OpenGL-ES을 사용하여 무선 인터넷에 접속하지

않고, 모바일 3D 네트워크 게임을 즐길 수 있는 모바일 3D 블루투스 엔진을 설계 및 구현하였다.

<표 1> 모바일 게임의 종류

게임 종류	게임 방식
Embedded Game	폰출시 시 내장된 형태로 제공되는 게임
WAP Game	Mobile Browser상에서 Mobile Game을 사용하는 방식
VM 형태 (Stand-Alone)	Content를 Download후 Off-Line상에서 사용하는 방식
VM 형태 (Network)	Content를 Download후 Mobile Network를 통해 사용하는 방식

⁺정 회 원 : (주)GOMID 수석연구원(교신저자)

^{**}정 회 원 : (주)삼성전자 책임연구원

논문접수 : 2006년 3월 9일, 심사완료 : 2007년 5월 31일

2. 관련 연구

기존 VM은 단말기 기종과 운영체제의 구애를 받지않는 하드웨어 독립적인 형태로 간단히 소프트웨어만 수정하면 폰에 탑재가 가능한 미들웨어의 일종으로 무선 단말기상에서 구동되게 하는 기술을 의미한다.

2.1 WAP

WAP(Wireless Application Protocol)[13]은 기존 인터넷 환경을 그대로 수용하면서 무선 환경에 최적화하는데 중점을 두었다는 점이다.

2.2 GVM

GVM(General Virtual Machine)[9][12] 방식은 신지소프트사의 SWAP(Sinji Wireless Application PlugIn)으로 C언어를 기반으로 자체 개발한 휴대폰 단말기용 프로그램 스크립트 다운로드 솔루션이다. TCP/IP에 직접 연결하여 사용하므로 Browser에 상관없이 서비스를 제공하는 플랫폼이다.

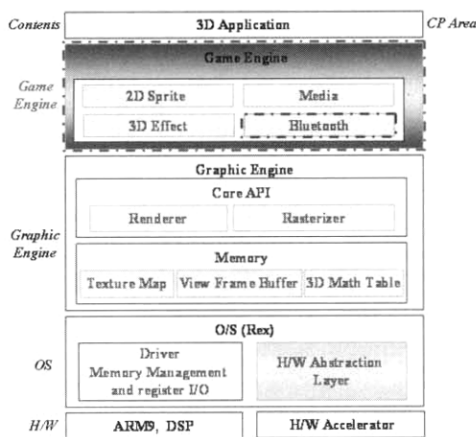
2.3 BREW

BREW(Binary Runtime Environment for Wireless)[15]는 켈컴사가 개발한 CDMA 기종(추후 TDMA와 GSM에서도 동작가능)에서도 동작하도록 확장되었으며, 무선기기를 위하여 개발한 소프트웨어 플랫폼으로써 바이너리 다운로드 방식을 사용하는 플랫폼이다[9].

이에 본 논문에서 제안한 방법은 위에서 언급한 3가지 방식과는 달리 모바일 무선 네트워크에 접속하지 않고도 모바일 3D 네트워크 게임을 실행할 수 있는 모바일 3D 블루투스(Bluetooth) 엔진을 설계 및 구현하였다.

3. 모바일 3D 블루투스 엔진구성도

(그림 1)은 모바일 3D 블루투스 엔진구성도이다. Game Engine 부분과 Graphic Engine 부분이 실질적인 모바일 3D



(그림 1) 모바일 3D 블루투스 게임엔진 구성도

블루투스 엔진 부분이며, 나머지 부분들은 실제 3D 게임을 작성한 후, 단말기에서 동작시키기 위한 제반사항들을 계층적인 구조로 개념적으로 그린 것이다.

응용 프로그램 개발자들이 OpenGL-ES 기반으로 제작된 SDK로 게임을 C언어로 구현하는 부분이다.

3.1 Game Engine 구현부분

모델링(Modeling), 변환(Transformation), 카메라(Camera), 텍스처 매핑(Texture Mapping), 재질(Material), 라이팅(Lighting) 등의 기본적인 3D 그래픽스 표현과 관련된 부분이다.

3.1.1 Bluetooth 구현부분

이 부분에서 3D 모바일 게임이 블루투스 모듈을 사용해서 실시간으로 게임사용자가 네트워크 게임을 플레이할 수 있게 구현한 부분이다.

3.1.2 2D 구현부분

이미지 데이터 로딩(Data Loading), 비트블릿(Bitblt), 스프라이트(Sprite), 알파 블렌딩(Alpha Blending) 등의 2D 그래픽 표현과 관련된 부분을 구현하였다.

3.1.3 3D 구현부분

상위 레벨 API(3D 모델 로딩(Model Loading), 3D 애니메이션 로딩(Animation Loading)[3], 씬 그래프(Scene Graph) 부분과 OpenGL-ES API(텍스처 매핑(Texture Mapping), 셰이딩(Shading), 안티에일리어싱(Anti-Aliasing), 라이팅(Lighting)을 구현하였다.

3.1.4 Media 구현부분

사운드를 지원하는 부분이다.

3.2 Graphic Engine 구현부분

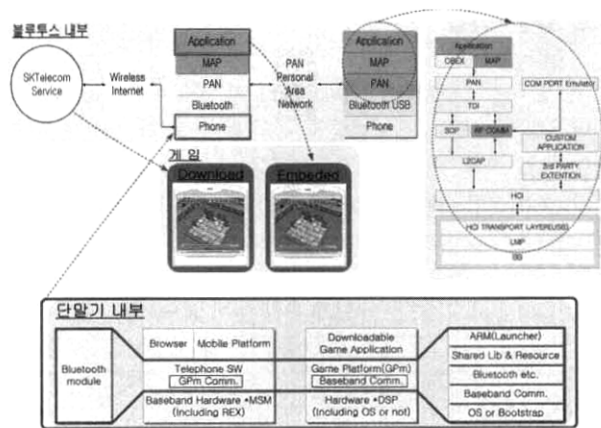
3D 모델을 읽고, 다양한 이벤트를 처리하며, 3D 모델을 LCD에 그리도록 좌표 계산 및 실제 LCD에 표현하는 부분을 담당한다. 이 부분은 3D 코어(Core) 부분과 메모리(Memory) 부분을 관리하는 부분으로 모바일 엔진부분에서도 가장 중요한 부분이다.

3.3 O/S 와 H/W 구현부분

플랫폼과 단말기 기본 S/W의 H/W 인터페이스 역할을 하는 부분이다. 즉, 플랫폼의 하드웨어 독립성을 유지하기 위한 추상화 계층으로 상위 레이어(Layer)들은 HAL 위에서 Native System과 무관하게 동작하도록 지원한다.

4. 설계 및 구현

본 논문 3장의 내용들을 토대로 설계한 OpenGL-ES 기반의 모바일 3D 블루투스 엔진구현을 제작하기 위해 (그림



(그림 2) OpenGL-ES 기반의 모바일 3D 블루투스 엔진을 적용한 실행화면

2)와 같은 절차로 작성하였다.

4.1 전체적인 설계도

(그림 3)에서 단말기 내부 부분의 휴대 단말기(모바일 엔진장착)에 블루투스 기능(UDP+TCP)[17]을 얻은 후, MSM +3D 블루투스 엔진+3D 게임을 연결하여 3D 데이터를 실시간으로 주고받게 하는 작업을 그림으로 보인 것이다.

4.2 블루투스 처리를 위한 스케줄링 방법

기본적으로 블루투스 네트워크 환경에서 호스트가 클라이언트들을 방문하기 위한 순서를 정하기 위해서는 클라이언트들의 큐(Queue) 길이를 알아야 한다.[7][8]

호스트가 클라이언트들의 큐 길이를 알고 있을 경우, 최적의 방법은 호스트로 접근하는 클라이언트들의 큐 길이 순으로 처리하는 ERR(Exhaustive Round Robin) 방법이다.[8] LRR(Limited Round Robin) 방법은 ERR 방법을 기반으로 각 주기에 호스트-클라이언트 쌍의 전송횟수를 제한해서 처리하는 스케줄링 방법이다.[5] 또한 LWRR

(Limited Weighted Round Robin)은 LRR 기법을 기반으로 한 개선된 기법으로 LWRR은 큐의 상태를 이용하여 가중치가 동적으로 바뀌는 가중치 라운드-로빈 방법중에 하나이다.[5] 요컨대 블루투스 네트워크상에서는 호스트-클라이언트 큐 길이의 합보다는 호스트-클라이언트 쌍에서 호스트와 클라이언트 모두가 전송할 데이터가 있는지의 여부가 패킷 전송 지연에 직접적인 영향을 끼치는 것을 알 수 있다.[4]

본 논문에서 제안하는 스케줄링 방법은 호스트-클라이언트 쌍별로 가중치를 계산하여 우선순위를 계산하고 전송 순서를 결정하는 방식으로써, 단말기에서 전송하는 블루투스 데이터를 호스트가 된 단말기에서 다른 클라이언트 단말기로 블루투스 데이터를 전송할 경우에 대한 가중치 적용 방법은 아래의 (1),(2),(3),(4), 그리고, (5)에 의해서 적용되어진다.

4.2.1 기본조건

호스트가 된 단말기는 최대 7대의 클라이언트 단말기 요

청에 대해 동시에 데이터 수신과 전송을 수행한다.

4.2.2 전제조건

a.호스트와 클라이언트의 쌍은 TDD(Time Division Duplex) 방식의 라운드 단위 방식으로 양방향 통신이 가능하며, 723Kbps의 전송속도를 가진다.

b.호스트와 클라이언트 쌍이 모바일 3D 게임 사용자 서비스 요구에 대해 가중치 값에 의한 알고리즘을 통해 수용 제어 과정을 수행한다.

호스트로 접속하고자하는 클라이언트들의 가중치 기반에 의해 논문에서 사용되는 변수는 <표 2>와 같다.

예를 들어, 단말기에서 전송되는 3D 블루투스 데이터를 호스트로 전송할 경우 클라이언트들의 가중치 적용 방법은 (2),(3),(4), 그리고, (5)에 의해 적용될 수 있다.

이 연구의 실험을 위한 블루투스 단말기 라운드당 처리용량은 $10K = RB_{total} / \Delta T_{round} < 1M$ 라고 가정한다. 결과적으로 블루투스 단말기에서 처리할 수 있는 라운드 당 처리용량은 (1)처럼 나타낼 수 있으며,

<표 2> 논문에서 사용되는 변수

변 수	정 의
N	최대 사용자 = 8
Tround	한 라운드당 처리 시간 결정
Dreadsize	라운드당 처리할 총데이터 사이즈
RBtotal	라운드당 처리할 총 버퍼 사이즈
i, j	호스트와 클라이언트들의 전송을 위한 디스크 요청 i, j
si, tj	호스트와 클라이언트들의 전송을 위한 디스크 요청 i, j를 위한 서비스 시간
Rsi, Rtj	라운드 Rlength 동안 디스크 요청 si, tj를 위한 서비스 시간

$$\frac{RB_{total}}{\Delta T_{round}} = (t_{min} + t_{seck} + t_{rot}) * Dreadsize \quad (1)$$

이 된다. 즉,

$$\frac{RB_{total}}{\Delta T_{round}} \leq \sum_{i,j=1}^N Fsize(i,j) \quad (2)$$

(단, ΔT_{round} 는 라운드당 처리 시간을 의미)

(2)에 만족하는 Fsize(i,j)들을 아래의 (3),(4),(5)에서 계산 되어진 가중치 값(가중치가 높은 클라이언트가 먼저 슬롯에 남겨져 처리)에 의해 클라이언트들의 처리순서가 결정되면 실시간스케줄러에서 통합스케줄러로 데이터를 보내면 호스트가 클라이언트들의 데이터를 처리한다.

$$\sum_{i,j=0}^N \frac{Fsize(i,j) * Nbandwidth(i,j)}{Cstart(i,j)} * 100\% = W(i,j) \quad (3)$$

$$W(v) = \sum_{i,j=1}^N \frac{W(v)}{W(i,j)} = \sum_{i,j=1}^N \frac{1}{W(i,j)} = 1 \quad (4)$$

(단, $\sum_{i,j=1}^N W(i,j) = 1, W(v) = 1$ 이며, $W(i)$ 와 $W(j)$ 는 호스트에서

클라이언트로 블루투스 데이터 전송을 위한 클라이언트들의 가중치 값)

$$v = \frac{W(v)}{W(i,j)} \quad (5)$$

(V 는 접속 클라이언트들의 우선순위결정)

가중치에 의한 수용 제어 알고리즘을 통과한 호스트와 클라이언트 데이터들의 라운드당 총 처리시간(T_{round})은 (6)과 (7)처럼 나타낼 수 있다.

$$R_{si} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^N s_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \Rightarrow \frac{\sum_{i=1}^N s_i / N}{\sum_{i=1}^N a_i / N} \quad (6)$$

$$R_{tj} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^N t_j}{\sum_{j=1}^N a_j} \Rightarrow \frac{\sum_{j=1}^N t_j / N}{\sum_{j=1}^N a_j / N} \quad (7)$$

(여기서 a_i, a_j 는 호스트와 클라이언트 데이터 전송을 위한 출발과 도착시간)

클라이언트들의 가중치 기반에 의해 논문에서 사용되는 상수는 <표 3>과 같다.

<표 3> 논문에서 사용되는 상수

상수	정의
Cstart	접속 순서
Nbandwidth	패킷 전송 속도
Fsize	데이터 전송 사이즈
tmin	디스크의 초기 대기 시간
trot	디스크의 최대 지연 시간
tseek	디스크의 최대 탐색 시간

요컨대 호스트와 클라이언트 데이터 처리시간은 (8)처럼 나타낼 수 있다.

$$\frac{R_{total}}{\Delta T_{round}} < \rho = \lambda \frac{-}{R_{si}} + \lambda \frac{-}{R_{tj}} + \lambda \frac{-}{EB_{tj}} \Rightarrow \frac{\lambda \frac{-}{R_{si}}}{N} + \frac{\lambda \frac{-}{R_{tj}}}{N} + \frac{\lambda \frac{-}{EB_{tj}}}{N} \quad (8)$$

(여기서, λ 는 데이터의 도착시간이다)

5. 실험 방법

3D 블루투스 게임폰 8대의 호스트와 클라이언트들끼리 3D 데이터를 주고받는 데이터양을 측정할 수 없기 때문에 실험을 위한 자체 시뮬레이션 도구를 개발하여, 기존 ERR (Exhaustive Round Robin) 스케줄링 방법, LWRR (Limited Weighted Round Robin) 스케줄링 방법을 비교한다.

<표 4> 논문 구현을 위한 실제 상수값들

상수	정의
Cstart	접속순서={1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}
Nbandwidth (Kbit)	패킷전송속도(1=1024, 2=2048, 3=3072, 4=4096)
Fsize (Kbyte)	데이터전송사이즈(1=0<Fsize<40), 2=(40<Fsize<80),..., 20=760<Fsize<800)}
D	1
tmin	3ms
trot	14ms
tseek	13ms

본 논문에서 제안한 가중치를 이용한 스케줄링 방법을 이용하여, 호스트와 클라이언트들의 접속수를 1명, 2명, 3명, 4명, 5명, 6명, 7명, 8명으로 접속하여 라운드당 데이터 처리량을 비교하는 그래프와 에뮬레이터 결과화면과 데이터를 기반으로 작성된 그래프로 증명한다.

실제 구현에 사용된 데이터 사이즈는 1-800K 사이의 데이터들을 Random하게 라운드당 처리한다.

위에 나오는 <표 4>는 본 연구에서 사용한 하드 디스크의 특성을 포함한 상수들의 실제 값들이다.

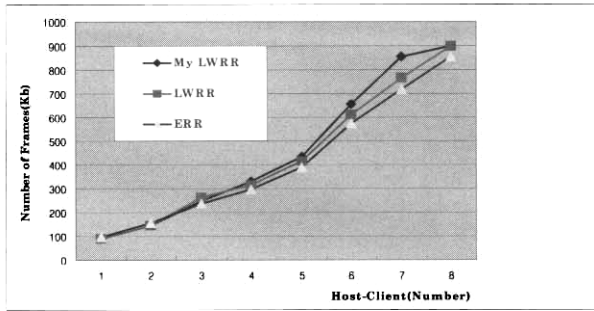
본 논문의 스케줄링 방법을 실험하기 위한 변수는 <표 5>와 같다.

<표 5> 논문의 실험결과에 사용되는 변수

클라이언트 이름	접속 순서	전송데이터 {1=0<Fsize<40}, 2=(40<Fsize<80), 20=<760<Fsize<800}	패킷전송속도 {1=1kbit, 2=2kbit, 3=3kbit, 4=4kbit}	가중치 값	처리 순서
단말기1	3	240kb(6)	4kbit(4)	0.08	3
단말기2	4	200kb(5)	2kbit(2)	0.025	4
단말기3	1	400kb(10)	1kbit(1)	0.1	1
단말기4	2	800kb(20)	2kbit(2)	0.1	2
단말기5	5	160kb(4)	2kbit(2)	0.016	5

6. 실험 결과

실제 클라이언트들의 접속순서, 전송데이터, 그리고, 패킷 전송속도를 이용하여 본문의 블루투스 처리 방법에 의해 클라이언트들의 가중치 값을 계산한 후, 처리순서를 결정하여 패킷데이터를 처리한다.



(그림 3) ERR/LWRR/My LWRR 패킷 데이터

(그림 3)은 ERR(Exhaustive Round Robin) 스케줄링 방법, LWRR(Limited Weighted Round Robin) 스케줄링 방법, 그리고, 본 논문에서 제안한 가중치를 이용한 스케줄링 방법을 이용하여, 호스트와 클라이언트 접속수의 라운드당 패킷 데이터 처리량을 그래프로 보인 것이며, 3명 이상의 접속시 다른 스케줄링 방법보다 많은 패킷 데이터 전송한 것을 알 수 있다.

요컨대 같은 시간에 많은 패킷 데이터를 전송했다는 것은 패킷 데이터 전송시 전송지연 시간도 적었다라고 말할 수 있다. 즉, 모바일 네트워크 환경에서 적은 양의 게임 데이터를 실시간으로 내부 모듈(MSM(Mobile Station

Modem)+3D 블루투스 엔진+3D 게임)을 연결해서 6단계로 블루투스 데이터를 처리해야 하는 모바일 환경에서의 블루투스 패킷 데이터 처리 스케줄링 방법은 (그림 4)를 보면 알 수 있듯이 본 논문에서 제시한 가중치 처리 스케줄링 방식이 적합하다는 것을 결과로 알 수 있었다.

7. 결론

본 논문에서는 가중치 적용을 위한 휴리스틱 방법들중에 네트워크 속도가 빠르면서 파일 사이즈가 큰 클라이언트들 중에서 접속 순서가 빠른 클라이언트를 먼저 처리하는 방식을 사용하는 스케줄링 기법을 사용하여, OpenGL-ES 기반의 모바일 3D 블루투스 게임 엔진을 설계 및 구현하였다.

참고 문헌

- [1] J.K.Cho and Y.H.Lim, "A Method for DVDS Ba-sed on Weight Value in the Mobile Translation Storage Server," Korea Multimedia Society, Oct, Vol.8, No.10, pp.1383-1390, 2005.10.
- [2] 조종근, 박윤희, 김종민, "J2ME상에서 JSR-184를 이용한 모바일 3D 엔진의 설계 및 구현," 정보과학회 학술지 제32권, 제2호, pp.673-675, 2005.10.
- [3] James.Dong.L and Twigg.Christopher.D, "Skinning Mesh Animations," ACM Trans, Vol.24, No.03, pp.399-407, 2005.7.
- [4] Woosin.Lee and Hyukjoon.Lee, "An Efficient Scheduling Schema for Bluetooth Piconets," Korea Information Science Society, Vol.30, No.1, 2003.
- [5] A.Capone, M.Geria, R.Shorey, "Efficient Polling Schemes for Bluetooth Picocells," ICC 2001, IEEE International Conference on Communication, Vol.7, pp.1990-1994, 2001.
- [6] T.Salonidis et. al, "Distributed Topology Construction of Bluetooth Personal Area Networks," Proc. of IEEE INFOCOM, 2001.
- [7] O.Favian, H.Levy, "Polling System Optimization Through Dynamic Routing Policies," IEEE INFOCOM '93, Vol.1, pp.194-200, 1993.
- [8] Z.Liu, P.Nain, D.Towsley, "On Optimal Polling Policies," Queuing Systems, Vol.11, pp.59-83, 1992.
- [9] 유소란, "모바일 게임 시장 및 개발동향," 정보처리학회 논문지, 제9권, 제3호, pp.42-49, 2002.5.
- [10] J.W.Muchow, "Core J2ME Technology&MIDP," Prentice Hall, 2001.
- [11] 신진소프트, <http://www.sinjisoft.com>
- [12] Wap Forum, <http://www.wapforum.org>
- [13] J2ME, <http://java.sun.com/j2me>
- [14] Brew, <http://brew.qualcomm.com/brew/en>
- [15] 크로노스그룹, <http://www.khronos.org>
- [16] Jennifer Bray, "Bluetooth:Connect Without Cables," Prentice Hall, 2000.



조 종 근

e-mail : jkdang@empal.com

1998년 성결대학교 컴퓨터공학(공학사)
2001년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
2004년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학박사)
2004년~현 재 (주)GOMID 수석연구원

2004년~현 재 모바일 3D 표준화포럼 전문위원

관심분야: 모바일 컴퓨팅, 멀티미디어, 컴퓨터 그래픽스



김 형 일

e-mail : hong89@hanafos.com

1994년 경희대학교 물리학과(이학사)
1996년 경희대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1998년 경희대학교 컴퓨터공학과(공학박사
수료)

2000년~2001년 (주)샵소프트 부장

2001년~2005년 (주)GOMID 이사

2004년~2005년 모바일 3D 표준화포럼 전문위원

2005년~현 재 (주)삼성전자 책임연구원

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 운영체제, 멀티미디어