

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.1.57>

JIWIT 2012-1-8

Android Platform에서의 확장된 TIP 기술

An Extended TIP Technique for Android Platform

김영자*, 이연식**

Young-ja Kim, Yon-sik Lee

요 약 TIP기술은 2차원 그림 또는 한 장의 사진으로부터 기하정보를 추출하여 3차원 입체 효과를 만들어 영상 내부를 내비게이션 할 수 있는 기술로써, 게임, 엔터테인먼트, 교육, 홍보 등 다양한 응용분야에서 활용 가능한 기술이다. 본 논문에서는 android platform상에서의 OpenGL ES Library를 이용하여 확장된 TIP기술 적용 및 구현 방법을 제안한다. 제안 방법은 전경객체의 추출이 어려운 상황을 감안하여 보다 사실적 장면 구성이 용이하도록 사용자의 선택에 의한 소실점을 이용하고, OpenGL ES Library 를 이용하여 3차원 배경 모델을 획득한 후 이미지를 텍스처 매핑하여 3차원 가상공간을 완성한 후 카메라의 시점변환을 통해 이미지 내부를 내비게이션이 가능하도록 한다. 실험영상은 android platform상의 device에서 촬영한 이미지를 사용하여 android 2.1 및 OpenGL ES 1.0기반으로 구축된 제안 기술로 android platform의 스마트 device에서 적은 비용과 시간으로 다양한 응용개발에 적용 가능하도록 구현하였다.

Abstract TIP technology enables navigation of the internal contents of images by extracting geometry information from two-dimensional drawing or a picture and generating three-dimensional effects from extracted information. The technology can be applied to a variety of practical fields including game, entertainment, education, public relations and so on. This paper proposes extended application of TIP technology and realization method for smart devices using OpenGL ES Library for Android platform. Considering problems associated with a foreground object extraction, the proposed method uses vanishing points chosen by the user to facilitate more realistic scene configuration. Then, method acquires three-dimensional background model using OpenGL ES Library, develops three-dimensional virtual space and enables image navigation via camera viewpoint conversion. The experimental image is made on Android 2.1 and OpenGL ES 1.0 using the image taken on devices built on the Android platform. Thus, the proposed technology can be implemented to various smart devices built on the Android platform at lower cost and in less time.

Key Words : TIP, Three-dimensional Image, Android Platform, OpenGL ES

1. 서 론

3차원 입체영상 기술은 사람이 보고 느끼는 시각정보의 질적 수준을 높여주는 새로운 개념의 영상기술로써, 차세대 디지털 영상문화화를 주도하게 될 것으로 전망됨에

따라 2차원 영상에 대한 3차원 입체 영상으로의 변환 및 제작에 대한 관심이 높아지고 있다^[1,3,5]. 일반적으로 한 장의 영상으로부터 깊이 정보를 알아내기가 쉽지 않기 때문에, 수작업을 통하여 영상 내의 기하정보를 이용하는 방법들이 개발되고 있다. Horry 등^[2]은 그들의 논문

*정희원, 한국폴리텍II대학 컴퓨터정보과

**준희원, 군산대학교 컴퓨터정보공학과

접수일자 2011.11.7, 수정일자 2011.12.29

게재확정일자 2012.2.10

Received: 7 November 2011 / Revised: 29 December 2011 /

Accepted: 10 February 2012

*Corresponding Author: tiny89@kopo.ac.kr

Dept.of computer Information, Polytechnic2 College,Korea

“그림으로의 여행 (Tour Into the Picture)”에서 하나의 영상으로부터 원근변환 정보만을 이용하여 내비게이션이 가능한 3차원 환경을 구성하고, 이를 이용하여 다양한 애니메이션 효과를 보여주었으며, Boulanger 등^[3]은 자동카메라 캘리브레이션을 이용하여^[2]에서 제안한 기법보다 TIP를 신속하게 제작하는 방법을 제안하였고, Zhang^[4]은 깊이 영상을 기반으로 한 렌더링 시스템을 이용하여 3차원 입체 영상을 생성하는 방법을 제안하였다. 또 다른 방법으로는 기존의 2차원 TIP를 확장하여 3차원 입체 TIP를 제공하는 방법^[5]과 window mobile 환경에서의 TIP의 알고리즘을 적용한 3차원 응용 개발들이 시도되었다^[6,7,8].

Horry 등^[2]이 제안한 기존의 TIP 방식에서는 반드시 PC환경에서 소실점 1개가 존재하는 제한된 이미지들로만 TIP를 적용할 수밖에 없었고, 그 후의 여러 TIP 관련 기술들도 소실점의 유무에 따른 적용 이미지의 선택에 제약을 받았다. 또한, TIP기술은 적은 자원으로 2차원 이미지에 3차원 효과를 적용할 수 있는 것이 장점이기 때문에 PC환경 보다 제한된 리소스를 가진 mobile 환경에서 더욱 유용하게 사용될 수 있으므로, mobile device에서의 TIP 알고리즘을 적용한 3차원 어플리케이션에 대한 연구들이 진행되었다^[3,6,7,8]. 그러나 이들은 window mobile 6.x 버전의 platform을 사용하였기에 현재의 주요 platform들인 iOS, android, windows mobile 7 등에 적용하기에는 적합하지 않다. 본 논문에서는 최근 가장 많이 사용되고 있는 스마트 device의 platform중 하나인 android platform상에서 사용자에게 의한 기하정보 추출과정을 거친 후 OpenGL ES Library를 이용하여 TIP기술을 적용하는 기법에 대해 제안한다. 제안 방법은 android platform을 지원하는 스마트 device에서 게임, 엔터테인먼트 및 교육 등의 응용개발에 적용가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기존의 TIP 모델과 비교한 제안 방법의 특징과 구현 환경을 설명하고, 3장에서는 android platform 환경의 스마트 device에서 OpenGL ES Library를 이용하여 TIP기술 구현 내용을 설명한다. 4장에서는 촬영 이미지를 이용하여 3차원 배경을 구축하고, 이미지 내부 내비게이션 기법의 구현 결과를 보이며, 5장에서는 결론과 향후 연구방향에 대해 기술한다.

II. 제안 방법의 특징 및 구현 환경

1. 제안 방법의 특징

TIP는 한 장의 2차원 입력 이미지로부터 모델을 구성한 후 렌더링 하여 영상을 생성하는 기술로써, 3차원 애니메이션을 만들기 위해 제안되었다. 3차원 배경 구축을 위한 배경 모델에는 Horry 등^[2]이 제안한 소실점을 이용한 방법과 Kang^[9] 등이 제안한 소실선을 이용한 방법이 있다.

Horry 등은^[2] 여러 장의 입력 이미지들을 필요로 하는 일반적인 컴퓨터 비전 기법들 대신, 2차원 이미지의 소실점 위치로부터 배경의 3차원 정보를 복원하여, 한 장의 이미지만으로 그림이나 사진 속으로의 전진이나 비행 같은 시점 이동의 애니메이션을 구현 가능하도록 하였다. 또한 Kang^[9] 등은 소실점이 아닌 소실선을 이용하고, 배경 평면을 5개로 구성한 Horry 등의 모델에 비하여 2개로 간단하게 구성할 수 있는 확장된 기법을 제안하였다.

2. 구현 환경

PC 상에서 3차원 모델링을 위해 일반적으로 대부분 게임 개발 시에는 DirectX를 이용하고, 기존 TIP 관련 연구들은 OpenGL^[10]을 이용한다^[1,5,7]. 본 논문에서는 PC 환경이 아닌 android platform상의 스마트 device에서의 TIP 구현을 목적으로 기존 OpenGL의 mobile 버전인 OpenGL ES Library를 사용한다. OpenGL이 워크스테이션이나 고성능 PC와 같은 환경에서 3차원 이미지를 렌더링 하는 것을 목표로 하는 것과 달리 OpenGL ES는 그림 1과 같이 소형 메모리와 저속의 CPU를 가진 임베디드 시스템 환경에 최적화 되어있다.



그림 1. OpenGL과 OpenGL ES
Fig. 1. OpenGL and OpenGL ES

OpenGL ES는 OS에 비 종속적이며 OpenGL과 유사한 형태의 API와 사용법을 가지고 있으며, OpenGL을 기반으로 불필요 및 대체 방법들을 제외하여 축소 구현되었다.^[10,11] OpenGL ES는 다음 그림 2와 같이 OpenGL에

비하여 함수 기반으로 작성되어 mobile platform 및 임베디드 시스템 환경에서 다양한 3차원 작업을 할 수 있는 환경을 제공하며, 이는 platform이나 OS에 의존적이지 않기 때문에 다양한 환경에 쉽게 적용이 가능하다.

```

[[ OpenGL ]]
glBegin(GL_TRIANGLES);
glVertex3f( 0.0f, 1.0f, 0.0f);
glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);
glVertex3f(1.0f, -1.0f, 0.0f);
glEnd();

[[ OpenGL ES ]]
const GLfloat triangleVertices[] =
{
0.0f, 1.0f, 0.0f,
-1.0f, -1.0f, 0.0f,
1.0f, -1.0f, 0.0f
};
glEnableClientState(GL_VERTEX_ARRAY);
glVertexPointer(3, GL_FLOAT, 0, triangleVertices);
glDrawArrays(GL_TRIANGLE_STRIP, 0, 3);
    
```

그림 2. OpenGL과 OpenGL ES의 비교(삼각형 그리기)
Fig. 2. OpenGL vs. OpenGL ES (Drawing a triangle)

TIP 응용을 하기 위하여 기본 모델 설정을 위한 삼각형 그리기를 할 경우, OpenGL ES에서는 GLfloat 형의 9개 배열을 이용하여 3x3 행렬을 만들고, 행렬 배열을 Vertex array로 사용하기 위해 glEnableClientState를 이용한다. 또한, vertex array의 크기, data type 및 배열의 이름 등을 명시하기 위하여 glVertexPointer를 이용하며, 삼각형을 연결하여 다양한 도형을 그릴 수 있도록 GL_TRIANGLE_STRIP을 갖는 glDrawArrays를 제공한다^[11]. OpenGL ES에서는 삼각형을 그리는 함수가 제외됨으로써 모든 물체를 삼각형으로 구현하여야 하며, 본 논문에서도 3차원 배경을 구성할 때 삼각형으로 배경을 구성한다.

III. 확장된 TIP 기술 구현

본 장에서는 2장에서 설명한 소실점을 이용하거나 사용자로부터 배경의 모델의 벽면이 될 한 점을 입력 받아 소실점을 대체할 수 있는 방법과 OpenGL ES를 이용하

여 android platform상의 스마트 device에서 확장된 TIP 기술 구현과정을 설명한다.

1. 소실점 선택 및 벽면 텍스처 이미지 획득

일반적으로 소실점을 이용할 경우 여러 개의 소실점이 등장하거나 소실점이 존재하지 않을 경우 적용에 어려움이 있다. 다음 그림 3의 ①은 입력 이미지로써 스마트 device에서 촬영한 사진이다. 스마트 Device에서의 일반 사진 촬영 시 소실점이 존재하지 않거나 여러 개일 경우가 많기 때문에 이를 해결하기 위하여 그림 3의 ②와 같이 사용자로부터 배경 모델의 벽면이 될 한 점을 입력 받는다. 이 때, 선택된 점 주위에 사각형이 생성되며, 사용자가 사각형의 내부를 터치하여 크기조절 및 드래그를 통해 위치를 변경할 수 있다. 이 사각형 영역은 3차원 배경 모델에서 벽면이 될 사각형이다.



그림 3. 입력 원 영상(①) 및 배경 모델 구축 영상(③)
Fig. 3. Original input image(①) and background model image(③)

그림 3의 ③은 3차원 배경에 사용될 텍스처 이미지를 얻기 위해 사용자가 선택한 사각형을 중심으로 이미지를 5개의 벽면으로 분할한 영상이다. 본 논문에서는 소실점 모델을 사용하였기 때문에 3차원 배경은 정면, 위, 아래, 좌측, 우측 등 5개의 벽면으로 구성되며, 생성된 3차원 모델에 각각 텍스처 매핑을 실행한다. 이때 분할된 5개의 텍스처 이미지들이 OpenGL 1.0/1.1 버전에서는 텍스처

크기에 제한을 받으므로, 각 텍스처에 사용될 이미지를 선택한 후 각 이미지의 크기를 가장 가까운 2의 승수 크기가 되도록 조정한다. 즉, 최초 잘라낸 텍스처 이미지의 크기가 30x30일 경우 가장 가까운 2²인 32x32의 크기로 조절하여 저장한다.

2. 배경 모델 구축

배경 모델 구축과정에서는 준비된 텍스처 이미지를 매핑하기 위하여 3차원 배경을 구축한다. Android Platform 상에서의 그리기 시스템의 핵심은 입력과 출력을 담당하는 View이다. 기본 입력력 시스템인 View와 ES를 연결하는 고리는 GLSurfaceView 클래스이다.

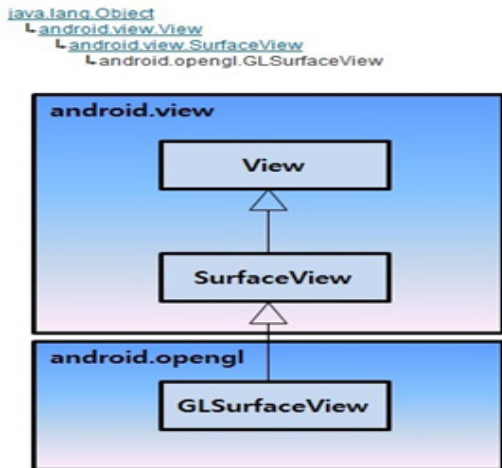


그림 4. View 관련 클래스 계층도
Fig. 4. Class hierarchy diagram on the View classes

그림 4의 자바 객체의 최상위 클래스인 Object 클래스에서 파생된 View 클래스는 android의 기본적인 입출력을 담당한다. View는 GDI Thread를 통해 화면을 그리기 때문에, 카메라 프리뷰나 동영상 같이 그려지는 양이 많거나 빠른 화면 전환을 위해서는 GDI Thread 대신 배경을 통해서 그리는 SurfaceView를 사용한다. 또한 OpenGL에 특화된 몇 가지 메소드들이 추가된 GLSurfaceView를 사용하여 3차원 영상을 그릴 경우 더 쉽고 좋은 성능으로 렌더링 할 수 있다.

android.opengl에 존재하는 GLSurfaceView는 android의 View 시스템과 OpenGL을 중계만 담당할 뿐이며 실제로 그리기는 Renderer라는 내부 인터페이스를 사용하여 수행한다. 또한, GLSurfaceView는 View 시스템에

OpenGL ES를 연결할 수 있는 연결 코드를 제공하고, 적절한 프레임 버퍼 픽셀 형식을 쉽게 선택할 수 있도록 해주며, 분리된 렌더링 Thread를 생성하고 관리할 수 있는 기능들을 제공한다^[11]. 이를 이용하여 상, 하, 좌, 우 벽면의 크기를 조절함으로써 보다 깊은 원근감 표현과 내비게이션 가능 거리를 늘릴 수 있는 배경 모델을 구축한다.

3. 투영변환을 이용한 카메라 위치 초기화

GLSurfaceview 클래스에서 제공되는 메소드를 이용하여 3차원 배경을 구축 한 후, 카메라의 포지션을 초기화하기 위하여 OpenGL ES에서 제공하는 투영변환 메소드를 사용한다. 투영변환은 모든 모델링 작업 후에 마지막으로 화면상 이미지가 어떻게 나타나는가를 결정하는 주요 역할을 한다. 본 논문에서는 객체의 좌표계를 변환하기 위하여 모든 점들을 투영 중심점(COP: Center Of Projection)과 연결되는 선에 따라 투영함으로써 다른 방법에 비하여 입체감을 개선시킨 원근투영 방법을 적용한다.

OpenGL ES에서는 Frustum과 Perspective 등 2가지 원근투영 방식을 사용하기 위하여 gFrustum 메소드와 gluPerspective 메소드를 지원한다^[11]. 비슷한 두 가지 방식 중 상, 하, 좌, 우의 값을 사용해야 하는 Frustum 방식은 near와 far 절단면 사이의 거리를 변경하면 투영 점의 시야의 각이 아주 크게 변하기 때문에 3차원 배경을 내비게이션 하기에 불편한 반면, 시선 각도인 fovy(Field Of View)와 중횡비를 사용하여 시야각을 조절하는 Perspective 방식이 스마트 device에서의 3차원 배경 내비게이션에 보다 적합하므로 본 논문에서는 Perspective 방식의 gluPerspective 함수를 사용하여 카메라 시점을 조정한다. 시야각을 정한 후 OpenGL ES의 gluPerspective 메소드를 호출하여 fovy를 조절함으로써 원활한 내비게이션을 가능하도록 한다. 또한, 영상을 내비게이션 할 때 사람이 걷는 듯한 느낌을 주기 위해 카메라 시점의 원근을 나타내는 z 값을 변경하는 것이 아니라, 크기를 나타내는 x 값과 y 값도 동시에 변경하여 영상의 확대/축소 시 움직임보다 명확히 느낄 수 있도록 구현 한다.

4. 벽면 텍스처 매핑 구현

텍스처 매핑은 배경 모델을 구축한 후 물체의 표면을 구성하는 모든 화소에 대해 상세하고 사실감 있는 이미지를 생성하기 위하여 미리 생성된 이미지나 텍스처를 3차원 공간의 물체 표면에 매핑하는 과정이다.

다음 그림 5와 같이 좌우 벽면과 천장 및 바닥의 매핑 과정에서 소실점 벽면의 크기에 비례하여 대각선 방향으로 매핑함으로써, 각 면들의 경계 지점 정합이 제대로 되지 않는 문제를 해결한다.



그림 5. 벽면 텍스처 매핑
Fig. 5. Wall texture mapping

텍스처 매핑 구현 시 OpenGL ES Library의 GL10 클래스의 `glGenTextures` 메소드를 사용하여 텍스처 정점의 배열을 넘겨주고, `glBindTexture` 메소드를 이용하여 사용할 텍스처 이미지를 배열에 저장한 후 3차원 배경의 각 정점과 텍스처의 정점을 1 대 1 연결하면 텍스처 매핑이 완성된다. 이 때 OpenGL ES 1.0 버전에서는 반드시 텍스처 이미지의 크기가 2의 승수가 되어야 한다. 텍스처 매핑 좌표를 지정할 때에는 텍스처 매핑의 소스의 크기에 상관없는 S-T 좌표 계(그림 6)를 사용한다. 이 때, 카메라의 시점은 기본 정면 벽면을 볼 수 있도록 `gluPerspective` 메소드를 이용하여 초기화 하며, 본 논문에서는 OpenGL ES의 디폴트 값을 사용한다.



그림 6. OpenGL ES의 S-T좌표 계
Fig. 6. S-T coordinate system of OpenGL ES

IV. 실험 및 결과

다음 그림 7은 완성된 3D 배경 안을 터치 이벤트를 이용하여 네비게이션할 수 있는 구현 결과를 보여준다.

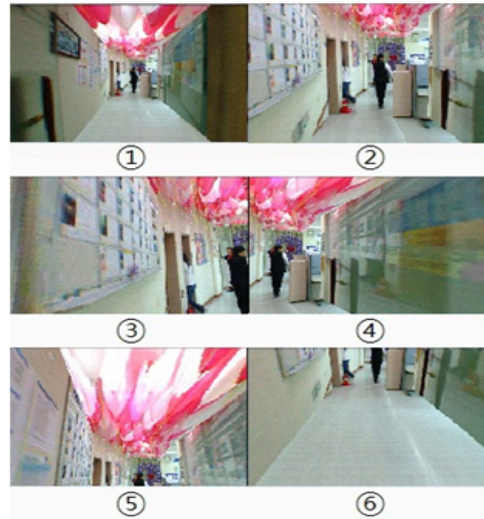


그림 7. 네비게이션 예
Fig. 7. Example of navigation

그림 7의 ①은 3차원 배경 구축이 완료된 후 카메라 시점이 초기화 된 화면이며, ②는 카메라 시점을 전진 시켜 영상 속으로 들어갔을 때의 확대화면이다. ③과 ④는 영상의 시점을 좌, 우로 변경 하였을 때 이며, ⑤와 ⑥은 시점을 상, 하로 변경 하였을 때의 화면이다. 완성된 3차원 배경은 깊이 값을 가지며 위와 같이 전, 후, 좌, 우, 상, 하의 시점 변화가 가능하며, 최종적으로 입력된 2차원 이미지를 3차원 이미지로 네비게이션이 가능해진다.

위의 결과를 통해 android platform상의 스마트 device의 카메라를 이용하여 촬영한 2차원 이미지로부터 손쉽게 3차원 효과를 얻어 사용자가 원하는 네비게이션이 가능함을 알 수 있고, 이를 이용하여 android platform상의 각종 스마트 device의 응용 개발 시 활용이 가능함을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 TIP 기법을 이용하여 android platform에서 한 장의 2차원 이미지를 3차원 배경 모델로 구축하

였다. PC가 아닌 android platform을 채택한 device 에서의 OpenGL ES Library를 이용한 3차원 배경 구현에 있어서, 기존 OpenGL에서 지원되던 기능이 지원되지 않거나 변경된 내용으로 인하여 발생하는 애로사항을 해결하였다. 여러 가지 TIP 관련 기법 중 하나의 소실점 혹은 여러 개의 소실점 존재로 인한 문제를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 사용자로부터 소실점 역할을 하는 카메라 시점의 정면 배경 되는 사각형을 입력 받아 TIP효과를 구현하였다. 또한, android platform상의 device에서 촬영한 이미지를 사용하고 android 2.1 및 OpenGL ES 1.0기반으로 구축함으로써, 스마트 device에서 적은 비용과 시간으로 3차원 배경의 TIP 기술을 요구하는 다양한 응용 개발(게임, 엔터테인먼트, 교육, 홍보 등)에 적용 가능하도록 하였다.

향후 연구과제로는 단일 영상에서 3차원 배경 구축을 함께 있어서 화질 저하현상의 처리가 요구되며, 스마트 device에서 촬영된 복잡한 사진을 대상으로 적용이 가능한 소실점 검출 알고리즘과 전경 분리 및 홀을 채우는 알고리즘에 대한 연구가 필요하다. 또한 소실점이 검출 되었을 때 3차원배경의 크기를 소실점 검출 위치와 상황에 따라 적절히 조절하는 알고리즘의 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 윤창욱, 윤태수, 이동훈, “영상기반 모델링 기법을 이용한 대화식 3차원 입체 영상 저작 시스템”, The Korean Society For Industrial And Applied Mathematics, IT series, Vol.10, No.2, pp.53-66, 2006.

[2] Y. Horry, K. Anjyo and K. Arai, “Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image”, ACM PAPH, 1997.

[3] K. Boulanger, K. Bouatouch, S. Pattanaik, “ATIP: A Tool for 3D Navigation inside a single Image with Automatic Camera Calibration“, EG UK Theory and Practice of Computer Graphics, 2006.

[4] L. Zhang, W. James, “Stereoscopic Image Generation Based on Depth Images for 3D TV”, IEEE Transactions on Broadcasting, pp.2993

-2996, 2004.

[5] 조철용, 김만배, “3DTIP: 한국 고전화의 3차원 입체 Tour-Into-Picture”, 방송공학회논문지, 제14권, 제5호, pp.616-624, 2009.

[6] A. Turitsyn, “Algorithm and 3D application of tour into the picture technique for mobile devices”, 고려대학교 대학원, 2008.

[7] 김제동, 이광훈, 김만배, “단안 영상의 입체 자유시점 Tour-Into-Picture”, 방송공학회논문지, 제15권, 제2호, pp.163-172, 2010.

[8] 노창현, 이완복, 류대현, 강정진, “넓은 가상환경 구축을 위한 다수의 TIP(Tour into the Picture) 영상 합성”, 전자공학회논문지, 제42권, TE 제1호, pp.61-68, 2005.

[9] H. W. kang et al, “Tour Into the Picture using a Vanishing Line and its Extension to Panoramic Images”, EUROGRAPHICS, Vol.20, No.3, 2001.

[10] Edward Angel, “OpenGL을 이용한 Computer Graphics”, Addison Wesley, pp. 178-194, 2006.

[11] android developers, “<http://developer.android.com/reference/android/opengl/GLsurfaceView.html>”

※ 본 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2009-0074891)을 받아 수행된 연구임.

저자 소개

김 영 자(정회원)



- 2000년 2월 : 순천대학교 교육대학원 컴퓨터학과(교육학 석사)
- 2008년 8월 : 군산대학교 대학원 컴퓨터학과(이학박사)
- 2001년 9월~ 현재 : 한국폴리텍II대학 컴퓨터정보과 교수

<관심분야> 임베디드 시스템, 능동규칙 시스템, 지능형 에이전트, 모바일 플랫폼 응용 등

이 연 식(준회원)



- 1982년 : 전남대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 1984년 : 전남대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)
- 1994년 : 전북대학교 대학원 전산응용공학전공 졸업(공학박사)
- 1997년~1998년 : University of Missouri(Kansas City) 교환교수

- 2004년~2005년 : Ohio State University 교환교수
- 1986년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수

<관심분야> 번역기 이론, 객체지향 시스템, 능동규칙 이동 에이전트 시스템, 지능형 에이전트 미들웨어 등