

엔터프라이즈 환경의 딥 러닝을 활용한 이미지 예측 시스템 아키텍처

천은영¹, 최성자^{2*}

¹충남대학교 컴퓨터공학과 박사수료, ²가천대학교 SW교육센터 초빙교수

Using the Deep Learning for the System Architecture of Image Prediction

Eun Young Cheon¹, Sung-Ja Choi^{2*}

¹Ph.D.Cand., Dept. of Computer Science & Engineering Chungnam National University

²Visiting Professor, Dept. of Software Education Center, Gachon University

요 약 본 논문에서는 엔터프라이즈 환경에서의 딥 러닝에 대한 이미지 예측 시스템 아키텍처를 제안한다. 엔터프라이즈 환경에 대해 인공지능 플랫폼으로 변환을 쉽게 하고, 인공지능 플랫폼이 파이선에 집중되어서 자바 중심의 엔터프라이즈 개발이 어려운 단점을 개선하기 위해 자바 중심의 아키텍처에서도 충분한 딥 러닝 서비스의 개발과 수정이 가능하도록 한다. 또한, 제안된 환경을 토대로 이미지 예측 실험을 통해 기존에 학습된 딥 러닝 아키텍처 환경에서의 정확도가 높은 예측 시스템을 제안한다. 실험을 통해 딥 러닝이 수행되기 위해 제공된 이미지 예에서 95.23%의 정확도를 보이며, 제안된 모델은 유사한 다른 모델에 비교해 96.54%의 정확도를 보인다. 제시된 아키텍처를 활용하여 활발한 엔터프라이즈급 환경의 딥 러닝 서비스가 개발 및 제공될 것으로 보이며, 기존 엔터프라이즈 환경이 딥 러닝 아키텍처가 탑재된 환경으로 전환이 활발히 이루어질 것이다.

주제어 : 딥 러닝, Softmax, ReLU, CNN, 인셉션, 아키텍처

Abstract This paper proposes an image prediction system architecture for deep running in enterprise environment. Easily transform into an artificial intelligence platform for an enterprise environment, and allow sufficient deep-running services to be developed and modified even in Java-centric architectures to improve the shortcomings of Java-centric enterprise development because artificial intelligence platforms are concentrated in the pipeline. In addition, based on the proposed environment, we propose a more accurate prediction system in the deep running architecture environment that has been previously learned through image forecasting experiments. Experiments show 95.23% accuracy in the image example provided for deep running to be performed, and the proposed model shows 96.54% accuracy compared to other similar models.

Key Words : Deep Learning, Softmax, ReLU, CNN, Inception, Architecture

1. 서론

기존 비즈니스 정보시스템(Business Information)의

엔터프라이즈 아키텍처(Enterprise architecture)는 정부 기관의 크고 작은 개발 시스템부터 민간기업의 개발 환경까지 대부분을 차지하고 있다[1-3]. 다시 말하면 전

*Corresponding Author : Sung-Ja Choi(irecomm@naver.com)

Received August 6, 2019

Accepted October 20, 2019

Revised August 28, 2019

Published October 28, 2019

자정부 플랫폼으로 사용되고 있는 아키텍처 중 스프링 플랫폼이 많은 부분을 차지하고 있음을 의미한다.

제4차 산업혁명 시대의 전자정부 보안에 있어도 중앙화 및 집중화된 빅데이터 대상 확대, 증가한 데이터에 따른 처리속도 및 탐지 후의 대응까지 더욱 지능화된 차원에서 선제적으로 기능을 가진 엔터프라이즈 보안환경등이 제안되고 있다.[4]. 또한, 지식의 디지털화를 가능하게 하고 사람, 프로세스, 기술로서 다양한 조직 구성요소를 분석할 수 있는 교육 데이터 웨어하우스와 비즈니스 인텔리전스 & 분석 및 지식 관리를 위한 하이브리드 정보 인프라에서도 역시 엔터프라이즈 아키텍처 저장소를 기반으로하고있다[5,6]. 또한, 게임과 의료용 등 다양한 방면으로도 활용이 가능한 엔터프라이즈 아키텍처를 제안하고 있으며, 이중 뇌공학 분야에서는 뇌파 제어의 신뢰성을 높이고, 분석 및 제어 인터페이스 확장이 가능하다. [7].

한편, 최근 시대적 패러다임의 변화는 인공지능 부밍에 힘입어서 모든 개발 시스템이 인공지능 서비스가 어떤 형태로든 제공되는 추세이다. 인공지능 부밍은 파이썬 위주의 개발환경에서 빠르게 제공되고 있다[8].

그러나, 엔터프라이즈 아키텍처에서 주로 사용되던 자바는 서비스에 정교하게 특화되어 있다. 이에 반해 파이썬은 시행착오, 데이터 분석 등과 같은 기능 및 서비스들에 특화되어 특징이 있다. 이러한 이유로 인해, 백 엔드(Back-end)에서 수행은 파이썬으로 실행하고 프론트 끝(Front-end) 단에서는 자바로 처리하는 형태로 개발이 이루어지고 있다. 뿐만 아니라, 기존의 엔터프라이즈 환경의 인공지능 서비스의 확대와 파이썬과 자바 등 다른 플랫폼의 개발환경을 구축하는 등의 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 엔터프라이즈 환경에서 인공지능 아키텍처를 쉽게 구축하고 제시된 아키텍처를 활용한 이미지 예측 시스템을 제안한다. 제시된 아키텍처는 기존의 서비스를 인공지능 서비스로의 확대를 빠르게 가능하도록 도와줄 수 있다. 또한, 엔터프라이즈급의 인공지능 서비스 개발을 쉽게 제공 할 수 있도록 한다.

2장에서는 관련 연구에 대해 엔터프라이즈 환경과 컨볼루션 연산에 관해 기술하고 3장에서 엔터프라이즈 환경의 기계학습 구축을 위한 아키텍처들을 제안한다. 4장에서는 제시된 플랫폼을 기반으로 이미지 예측 시스템을 실험하여 제안한 아키텍처를 기반으로 한 플랫폼의 타당성과 정확성을 보여준다. 마지막으로 5장에서 논문의 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 엔터프라이즈 환경

인터넷의 사용의 급격한 증가로 소프트웨어 산업 전반이 웹과 인터넷 기반으로 이루어졌으며, 클라이언트/서버 모델은 데이터베이스 요청이 집중되면 성능이 저하되고 재사용성이 떨어지는 현상이 나타나게 된다. 이를 해결하기 위해 엔터프라이즈 환경의 데이터 접근, 저장 관리가 쉬운 대규모, 대용량 서비스 기반의 아키텍처가 요구되며, 엔터프라이즈 솔루션이 비즈니스 정보시스템에 대한 대안으로 활발히 구축되었다. 대표적인 아키텍처로 스프링 플랫폼이 제공되고 있으며, 이는 클라이언트의 부담을 매우 줄여준다.

2.2 컨볼루션 연산

이미지의 판별을 위해 딥 러닝 기법 중 컨볼루션 연산을 위한 아키텍처를 제공한다. 컨볼루션(convolution)이란 영상처리에서 자주 사용되는 연산 중 하나이다. 입력 영상을 $f(x)$, 마스크에 해당하는 영상을 $g(x)$ 라고 했을 때, 수식(1)과 같은 연산 $f(x)*g(x)$ 의 컨볼루션을 진행한다.

$$f(x)*g(x) = \int_{t=-INF}^{INF} f(t)g(x-t)dx \quad (\text{eq. 1})$$

1)

그림 1에서는 컨볼루션 연산이 3×3 크기의 필터 2개가 사용되었다. 파란색 영역이 컨볼루션 대상 영역과 가중치 계산을 위한 필터를 활용하여 출력값을 산출한다. 상세한 과정은 다음과 같다.

파란색 대상 영역을 입력으로 하여 필터는 좌측 윗부터 위쪽에서 아래로 한 칸씩 스캔하며 필터값을 행렬 곱 연산하고 바이어스 값을 반영하여 다음 층으로 값을 넘겨주면, 같은 작업을 다음 층에서 반복하여 최종 결과값을 산출한다.

기계학습에 사용한 인공신경망 네트워크 아키텍처 중 컨볼루션 연산을 적용하여 이미지 추출에 효과적인 딥 러닝 결과를 도출하는 아키텍처가 컨볼루션 넷(CNN: Convolutional Neural Network)이다.

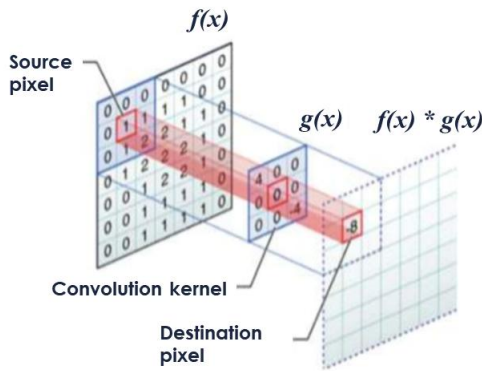


Fig. 1. Convolution's operation

컨볼루션 과정을 수행한 후 액티베이션을 수행하기 위한 액티베이션 층의 대표적인 기법은 다음과 같다.

2.2.1 ReLU

인공지능 신경망의 대표적인 문제점은 다음과 같은 두 가지가 있을 수 있다.

첫째 학습데이터에 의존적인 학습의 문제점이 실제 데이터와 잘 맞지 않는 현상이 발생하는데, 이를 과적합(Over fitting)이라고 한다[9].

둘째 신경망에서 계속 전파되는 가중치가 초기의 가중치와 다르게 수렴하거나 무한하게 커지는 현상이 발생한다. 이를 해결하기 위해 다양한 알고리즘들이 존재하며, 이 중 ReLU(Rectified Linear Unit)는 0 이하는 0, 0 이상은 x 값을 가지는 함수로 앞서 언급한 두가지의 문제들을 완화 시키는데 효과적인 역할 수행한다. 컨볼루션 망에서는 컨볼루션 수행 후 액티베이션 층에 ReLU를 적용하여 학습을 효과적으로 수행한다[10].

2.2.2 Softmax

소프트맥스는 입력받은 값을 출력으로 0-1 사이의 값으로 모두 정규화하기 때문에 출력값의 합이 1이 되는 특성을 가진 함수이다. 주로 인공지능 신경망의 최상위층에서 사용하여 계층분류를 위한 기능을 수행한다. 시그모이드 함수의 경우 실제값과 출력값의 차이를 여러 함수로 사용하는 반면 소프트맥스에서는 결과를 확률값으로 해석할 수 있으므로 인공지능 서비스 개발의 최상위 함수로 활발히 적용되고 있다.

3. 제안 시스템

본 논문에서는 제시된 엔터프라이즈 환경인 스프링 아키텍처와 머신러닝의 아키텍처인 텐서플로를 기반으로 플랫폼을 제안한다.

3.1 제안 플랫폼

Application	Application Level
Deep Learning Service Module	Deep Learning Model Level
Deep Learning Model	
Deep Learning Framework	Deep Learning Framework Level
Virtual Environment	
JNI	
Enterprise Architecture	Enterprise Level
JDK	System Level
OS	

Fig. 2. The Platform of Deep Learning for Enterprise Service

제안 플랫폼에 대한 전체 구조도는 Fig. 2와 같다. 시스템 레벨은 해당 플랫폼의 운영체제를 구성하는 부분이며, 엔터프라이즈 레벨에서는 자바의 가상 구동 환경과 개발 라이브러리를 기반으로 엔터프라이즈 아키텍처가 실행 가능한 환경을 제공하고 있다.

딥 러닝 프레임워크 레벨에서는 다양한 머신러닝의 아키텍처 표현이 가능하며 본 논문에서 제안하는 플랫폼에서는 구글의 텐서플로 아키텍처를 제공한다.

딥러닝 모델 레벨에서는 구축된 머신러닝 환경을 활용한 모델링 단계가 제시되며 이미지에측을 위한 모델을 적용한다.

최상위 레벨에서는 제안 아키텍처를 활용하여 결과를 도출하기 위한 응용 애플리케이션 레벨로 구성된다.

3.2 제안 플랫폼 주요 아키텍처

3.2.1 엔터프라이즈 레벨(Enterprise Level)

해당 운영체제에 기반을 둔 엔터프라이즈 아키텍처를 적용한 레벨이며, 자바 기반의 플랫폼을 지원해주는 서비스 단이다.

Fig. 3의 엔터프라이즈 환경 플랫폼에 기계학습 환경 구축을 위해서 Fig. 4의 가)에서는 머신러닝 지원 의존성 라이브러리를 지정한다.

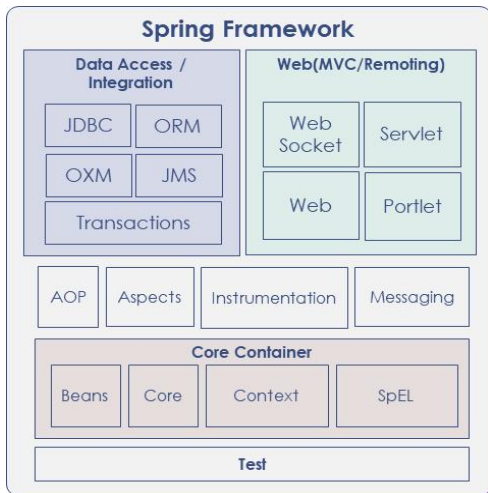


Fig. 3. Traditional Enterprise Architecture (SPRING)

의존성 지정 파일(POM.XML)에 group Id와 artifact id를 지정함으로써 저장소에서 기계학습 환경을 구축하기 위한 libtensorflow 1.14.0 버전과 연동한다.

```

가) 기계학습 의존성 라이브러리
<dependency>
  <groupId>org.tensorflow</groupId>
  <artifactId>libtensorflow</artifactId>
  <version>1.14.0</version>
</dependency>

나) JNI 인터페이스 라이브러리
  jni
  tensorflow_jni.dll
    
```

Fig. 4. Supporting machine learning for Java's client on enterprise environments

머신러닝 라이브러리 지정 후 Fig. 4의 나)와 같이 윈도 시스템과 연동을 위한 JNI 인터페이스용 라이브러리를 추가하고 나면, 시스템 환경에서 엔터프라이즈 자바의 기계학습을 위한 플랫폼 설정이 완료되며 시스템 하부 구조와 인터페이스를 제공한다.

3.2.2 딥 러닝 프레임워크 레벨 (Deep Learning Framework Level)

텐서플로는 대규모와 이기종 환경에서 작동하는 머신러닝 시스템이다. 텐서의 흐름은 데이터 흐름 그래프를 사용하여 계산, 공유 상태 및 상태를 변화시키는 작업을 나타낸다. 이러한 작업은 다중 코어 CPU, 범용 GPU 및 텐서 처리 장치(TPU)라고 알려진 사용자 지정 ASIC를 포함

한 여러 계산 장치에 걸쳐 한 클러스터의 많은 기계와 기계 내에서 데이터 흐름 그래프의 노드를 매핑 한다. 텐서플로 아키텍처는 애플리케이션 개발자에게 유연성을 제공한다[11].

엔터프라이즈 환경에 딥 러닝 기능을 수행하기 위해 텐서플로 아키텍처를 적용한다[12]. 텐서플로는 최근 가장 활발히 기계학습을 지원해주기 위해 구글에서 제공되는 플랫폼이다. 자바 클라이언트를 위한 텐서플로의 구조는 Fig. 5와 같다.

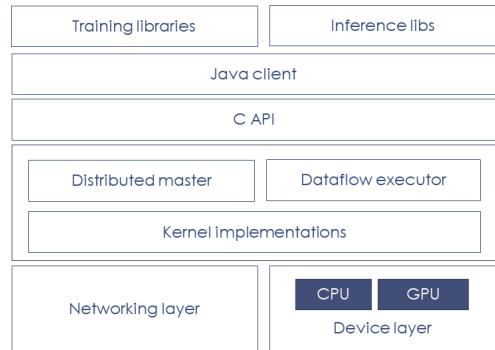


Fig. 5. Tensorflow architecture for java client

3.2.3 딥 러닝 모델 레벨 (Deep Learning Model Level)

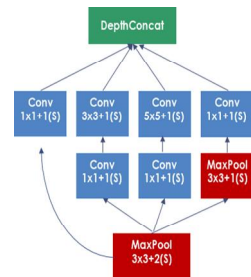


Fig. 6. Inception module

본 논문에서 제안하는 플랫폼을 기반으로 컨볼루션 아키텍처 중 인셉션 v4를 적용하여 이미지 예측을 구현한다. 인셉션 v4 아키텍처에서는 이미지 예측과 판별을 위해 인셉션 모듈을 제공한다. 이미 훈련된 알고리즘을 통해 제시된 이미지를 예측하며, Fig. 6에서는 인셉션 모듈에 대한 구조를 보인다[12-14]. CNN을 통해 학습하는 개체들은 일반적으로 가로, 세로로 이루어져 있고 RGB(red,green,blue) 3채널로 이루어져 있으며, 입력 계층의 구조는 폭의 픽셀 X, 높이의 픽셀 X, 깊이 수)가 되고, 일반적으로 깊이의 경우

RGB이므로 3을 사용. 들어오는 사진들은 32x32x3 = 3072개의 0 또는 1의 값을 갖는 벡터로 구성되어서 모델에 적용된다.

4. 실험

4.1 실험방법

제시된 아키텍처를 활용하여 엔터프라이즈 환경의 실험 플랫폼을 구축하였다. 최상위 실험을 위한 응용 서비스로 이미지 예측을 위한 딥 러닝 서비스를 제공한다. 실험에 사용된 이미지 데이터 세트는 CIFAR-10이다[16].

데이터 세트는 10개 클래스와 60000개의 32x32 컬러 이미지로 구성되며, 클래스당 6000개의 이미지를 가진다. 50000개의 교육 영상과 10000개의 테스트 영상이 있다. 데이터 세트는 5개의 교육 배치와 1개의 테스트 배치로 나뉘며, 각각은 10000개의 이미지를 갖는다. 시험 배치에는 각 등급에서 무작위로 선택된 1000개의 영상이 정확히 포함되어 있다. 훈련 배치에는 나머지 영상이 랜덤 순서로 포함되어 있지만, 일부 훈련 배치에는 다른 클래스보다 한 클래스의 영상이 더 많이 포함될 수 있다. 훈련된 이미지 외에 비 훈련된 이미지를 랜덤하게 재배치하였다.

4.2 실험결과

기존의 훈련된 데이터와 비 훈련 데이터를 랜덤하게 제시함으로써 제공된 아키텍처의 수행 여부와 정확도를 예측할 수 있다. Fig. 7에서는 예측 시스템의 결과를 확인할 수 있으며, 훈련된 이미지 데이터의 경우 95.23%의 정확도를 보인다.




image	prediction model	accuracy
	Book jacket	30.89%
	kelpie	30.27%
	Giant panda	95.23%

Fig. 7. Result of predict execution

제공된 인셉션 모델에 대한 타당성을 보이기 위해 Fig. 8에서는 다른 모델과의 실제 이미지 자르기 조각에 대한 모델별 성능을 비교하고 있다. 본 아키텍처에서 제안한 인셉션 V4는 기존의 인셉션 모델보다 우수한 성능을 보여주고 있다[15, 17].

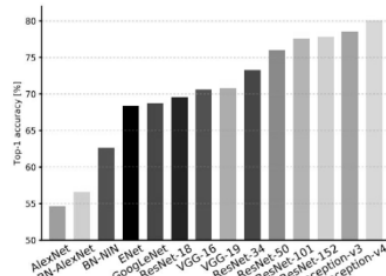


Fig. 8. An Analysis of Deep Neural Network Models for Practical Application

5. 결론

엔터프라이즈 환경의 딥 러닝 서비스 제공을 위한 아키텍처와 플랫폼을 제안하고, 이를 기반으로 이미지 예측 서비스를 실험하였다. 실험을 통해 제공된 모델의 타당성과 정확성을 확인하였다.

제시된 아키텍처의 플랫폼을 활용함으로써, 엔터프라이즈 환경의 서비스를 기계학습 서비스로 수정 및 개발을 쉽게 할 수 있으며, 기계학습 환경의 개발 기간과 비용을 단축할 수 있다. 향후 연구를 위해 미훈련 데이터 세트에 대한 훈련모델에 학습을 통한 서비스를 구축하고자 한다.

REFERENCES

- [1] M. H. Lee. (2013). EJB 3.1 Lightweight Container Architecture N-Tier Enterprise Architecture. *The Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 257-260.
- [2] H. Jeong. (2018). A Study on Scheduling Optimization Model for Information System Development of Public Informatization Project based on Autonomous Government Standard Framework. *Proceedings of KORMS International Conference*, 2390-2398.
- [3] S. J. Lee, S. A. Shin, D. S. Kang & S. H. Kim. (2018). Quantitative Analysis of Domestic E-Government Research Trends.
- [4] S. Y. Lee & H. J. Yoon. (2019). A Study on the 4th Industrial Revolution and E-Government Security Strategy -In Terms of the Cyber Security Technology of Intelligent Government. *Journal of the KIECS*, 14, 369-376.
- [5] Moscoso-Zea, O., Castro, J., Paredes-Gualtor, J. &

Luján-Mora, S. (2019). A Hybrid Infrastructure of Enterprise Architecture and Business Intelligence & Analytics for Knowledge Management in Education. *IEEE Access*, 7, 38778-38788.

- [6] Garita, C. & Ortiz, G. (2018, November). Development of a Business Intelligence Prototype for Bridge Health Monitoring. In 2018 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISOS) (pp. 337-342). IEEE. DOI : 10.14400/JDC.2016.14.12.1
- [7] S. J. Choi, G. J. Ki & B. G. Kang. (2019). The Brainwave Analysis of Server System Based on Spring Framework. *The Society of Digital Policy & Management*, 17(2), 155-161.
- [8] Taieb, D. (2018). Data Analysis with Python: A Modern Approach. Packt Publishing Ltd.
- [9] Dahl, G. E., Sainath, T. N. & Hinton, G. E. (2013, May). Improving deep neural networks for LVCSR using rectified linear units and dropout. In 2013 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (pp. 8609-8613). IEEE.
- [10] Ide, H. & Kurita, T. (2017, May). Improvement of learning for CNN with ReLU activation by sparse regularization. In 2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 2684-2691). IEEE.
- [11] Abadi, M. et al. (2016). Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In 12th {USENIX } Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI } 16) (pp. 265-283).
- [12] Bragilevsky, L. & Bajić, I. V. (2017, August). Deep learning for Amazon satellite image analysis. In 2017 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM) (pp. 1-5). IEEE.
- [13] He, K., Zhang, X., Ren, S. & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).
- [14] Alom, M. Z., Hasan, M., Yakopcic, C. & Taha, T. M. (2017). Inception recurrent convolutional neural network for object recognition. arXiv preprint arXiv:1704.07709.
- [15] Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V. & Alemi, A. A. (2017, February). Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence.
- [16] CIFAR-10 Data set. https://www.tensorflow.org/tutorials/images/deep_cnn
- [17] An Analysis of Deep Neural Network Models for Practical Applications. 2017
- [18] Tensorflow. <https://www.tensorflow.org/>

천 은 영 (Eun-Young Cheon)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2013년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 (박사수료)
- 2009년 3월 ~현재 : 충남대학교 컴퓨

터공학과 강사

- 관심분야 : 소프트웨어아키텍처, MDA, SPLE, 소프트웨어교육
- E-Mail : eycheon@cnu.ac.kr

최 성 자 (Sung-Ja Choi)

[정회원]



- 1991년 2월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 가천대학교 소프

트웨어교육센터

- 관심분야 : Bio 센서, 뇌공학, 머신러닝, 아키텍처
- E-Mail : irecomm@naver.com