

신경회로망을 이용한 한글인식에 관한 연구 현황

朴永煥 · 方勝楊
(포항공과대학 전자계산학과,
산업과학기술연구소 정보공학분야)

■ 차례 ■

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 서 론 ② 한글 인식에 사용 가능한 신경회로망 모형 <ul style="list-style-type: none"> 1. Hopfield 모형 2. Multi-layer Perceptron 3. Neocognitron 4. RCE(Restricted Coulumb Energy) | <ul style="list-style-type: none"> ③ 각 모형을 이용한 한글인식 연구 사례 <ul style="list-style-type: none"> 1. BP 2. Neocognitron 3. RCE 4. Sejong-Net ④ 결 론 |
|--|--|

① 서 론

문자인식은 인공지능의 중요한 연구분야로서 그 직접적인 실용성 때문에 활발하게 연구되어 왔으며, 그 결과 다양한 문자인식 방법이 제기되었다. 이러한 기존의 여러 방법들은 인식 알고리즘을 만들어서 그것에 따라서 인식을 행하는 방법들인데, 이런 방법의 문제점은 우리가 정확하게 문자인식 알고리즘을 아직도 모른다는데 있다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 인간의 뇌 구조를 분석하고 인간이 어떻게 정보처리를 하는지를 규명하여 그와 같은 구조를 갖는 시스템 즉 신경망을 구성하여 인간과 같이 학습을 통하여 문자 인식에 필요한 정보를 습득하게 하고자 하는 연구가 최근 활발해졌다. 이런 신경망 연구를 통해서 문자 인식에 응용할 수 있는 여러가지 신경망 모델이 제안되었다. 본고에서는 이런 다양한 모델들을 이용하여 한글 인식을 시도해본 지금까지의 연구를 간단히 소개하고 정리하고자 한다.

② 한글 인식에 사용 가능한 신경회로망 모형

신경회로망이 기존의 폰노이만형 컴퓨터가 갖고 있는 한계성을 극복할 수 있는 대안의 하나로써 긍정적으로 받아들여지기 시작한 이후로 여러가지 문제에의 응용이 시도되었으며 이와 아울러 각 문제에 적합한 새로운 모형들이 제기되어 왔다. 이와 같은 많은 모형들 중에서 패턴 인식에 적합한 새로운 모형들이 제기되었다. 신경회로망에의 관심을 다시 불러일으키게 했던 Hopfield 모형에서⁽¹⁾ 부터 인간의 시각 구조를 기초로 하여 구성된 Neocognitron에⁽²⁾ 이르기 까지 기존의 많은 모형들이 문자인식에 적합하다는 생각에 많은 연구와 실험이 진행되고 있는데, 본 장에서는 위와 같은 여러가지 문자인식에 적용될 수 있는 신경회로망의 특성들을 간략하게 설명해 보고자 한다.

1. Hopfield 모형

Hopfield 모형은 하나의 층으로 되어 있고 자신을 제외한 모든 뉴런간에 양방향으로 상호 연결되어 있는 형태이다. 이 모형은 연상기억이나 최적화 문제를 병렬적으로 푸는데 적합하다. 특히 연상기억에 있어서는 일정한 기본 패턴들을 연결선에 가중치로 저장하였다가 미지의 입력 패턴이 주어지면 이와 가장 유사한 기본 패턴을 찾아낸다. 이 모형의 특징은 에너지 개념을 사용하여 그 동작 원리를 표현했다는 것에 있는데, 이 에너지 극소점에 필요한 패턴들을 저장하고 입력이 들어왔을 때 이 에너지를 변화시켜가며 이 극소점에 도달하게 신경회로망을 구성하여 패턴인식에 사용한다. 하지만 국부극소점의 존재와 저장할 수 있는 패턴의 수가 작다는 문제점을 갖고 있다.

2. Multi-layer Perceptron

입력층과 중간층 그리고 출력층으로 구성된 퍼셉트론의 신경회로망으로 EBP(Error Back Propagation) 알고리즘을 통하여 필요한 정보를 저장하도록 학습시킬 수 있다.⁴⁾ EBP는 출력의 기대치와 실제값의 오차를 감소하는 방향으로 연결강도를 조절하고 상위층의 오차를 현재의 연결강도를 가중치로 하여 다음 하위층에 역전파하여 하위층에서는 이를 근거로 하여 자기층의 연결 강도를 조정해 나간다.

이 신경회로망을 3개층으로 구성할 경우 이론상으로는 어떠한 형태의 패턴도 형성할 수 있으나, 학습시 국소극소에 빠질 우려가 있고, 학습과정이 너무 오래걸리고, 또 기억된 패턴의 수정, 추가학습등이 불가능하다는 단점이 있다. 하지만 이 신경회로망은 구현이 쉽고 학습이 어느 정도 가능하기 때문에 현재 가장 폭넓게 응용되고 있다.

3. Neocognitron

다단계 아날로그 퍼셉트론의 일종으로 Hubel과 Wiesel이 묘사한 척추동물의 시신경 계통의 해부구조와 신경생리기능을 모형으로 한 것으로 특징 추출을 위한 단계와 위치에 무관한 특징인

식을 위한 단계의 반복적인 구조로 되어 있으며 각 뉴런들은 바로 전단계와의 국부적인 연결상태를 유지하는 구조적 특성을 지니고 있다. 따라서 입력에서 먼 층의 세포일수록 자극 패턴의 보다 복잡한 특징에 선택적으로 반응하는 경향이 있고 보다 큰 수용량을 가지고 있으며 위치의 움직임, 모양의 왜곡에 덜 민감하다. 현재 필기체 문자 인식에 가장 적합한 모형의 하나로 알려져있으며 단순한 모양의 복잡한 조합으로 이루어진 한글의 인식에도 적합할 것으로 생각된다.

4. RCE(Restricted Coulumb Energy)

N-dimensional coulumb energy potential 이론을 바탕으로 한 연상기억에 효율적인 신경회로망으로써, 연상내용이 저장되어야 될 특정 위치에 에너지 극소점이 놓이도록 에너지 함수를 정의하고, 그것이 함수 내에서 유일한 극소치 임을 보인다는 이완(relaxation) 모형이다.⁴⁾ 이 모형은 같은 수의 뉴런으로 많은 정보를 기억시킬 수 있는 장점이 있다. 그리고 EBP와는 다르게 한 층에서 발생한 오류가 다른 층에 영향을 주지 않게 학습시킬 수 있는 새로운 학습 알고리즘도 Scofield에 의하여 제안되었다.⁵⁾ 이 모형을 이용하여 Nestor 사에서는 2,500개의 필기체 한자에 대하여 92% 정도의 인식률을 갖고 있는 문자인식 시스템을 구성하였다⁶⁾

3] 각 모형을 이용한 한글인식 연구 사례

문자인식에 사용 가능한 신경회로망 모형들 중에서 한글이나 한글 자소인식에 어느 모형을 어떤 구조로 사용하였는지 그리고 각각의 인식률이 어느 정도인지를 알아보았다.

가장 많이 사용된 모형들로는 다층 퍼셉트론으로 EBP 알고리즘을 학습 알고리즘으로 사용한 경우였다. 이렇게 많이 사용된 이유는 앞서서도 언급되었듯이 구현하기가 쉽다는 장점때문인 것 같다.

Neocognitron을 이용한 한글 문자인식을 시도한 연구도 있어왔다. 이 모형으로 가장 활발하게 연구를 하고 있는 연세대학교에서는 필기체 자모 인식을 시도하여 한글과 같은 단순한 패턴의 복잡한 조합을 갖고 있는 문자의 인식에 적합한 모형임을 보이고 있다. 하지만 BP에 비하여 구조가 매우 복잡하고 많은 뉴런을 필요로 한다는 단점도 있다.

그리고 RCE를 이용하여 한글 문자인식을 시도한 연구도 보고되고 있으나 BP나 Neocognitron 처럼 많은 연구가 이루어지고 있지는 않다.

또 하나 특이할 점으로는 기존의 모형에서 벗어나 문자인식에 적합한 새로운 모형을 제안하고 이런 모형의 타당성을 검증하는 연구도 보고되고 있다. 그 좋은 예로서 연세대학교의 이일병 교수팀의 Sejong-Net을 들 수가 있다.

다음은 각 모형을 이용한 연구 사례와 각 연구에 있어서의 특징과 문제점, 그리고 인식률등에 대하여 정리해 본 것이다.

1. BP

(1) "경쟁하는 신경망 조직을 이용한 인체체 한글 문자의 인식"⁽⁸⁾

이 연구는 한국과학기술원 전산학과의 김진형 교수팀에서 이루어졌는데, 한글문자의 구조적 특성에 따라 12개의 유형별 신경회로망을 구축하여 자소 단위로 한글을 인식하는 방법을 택하였다. 입력층은 문자 유형에 따라 위치와 모양이 다른 감지영역을 갖고 있으며, 40개의 뉴런을 갖고 있는 하나의 중간층과 각각의 유형에 따라 3내지 30개의 뉴런으로 구성된 출력층으로 전체적인 신경회로망을 구성하였다. 특이할 만한 점은 역방향 연결선을 추가하여 상위층의 뉴런에서 인식한 문자를 입력층에 원형으로 재현하여 입력패턴과 비교하도록 시스템을 구성하였다는 점이다.

인식 실험은 누적사용빈도율이 90% 이상이 되는 상위 597 자에 대하여 실시되었으며, 유형별 신경회로망의 평균 인식률은 96%에 이르렀으

나 전체 신경회로망의 인식률은 83.6%밖에 이르지 못하였다.

(2) "신경회로망을 이용한 인체체 한글 문자의 인식"⁽⁹⁾

이 연구는 서울대학교 제어계측공학과 최종호 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 하나의 신경회로망으로 인체체 한글인식을 시도하였다. 신경회로망의 구조는 96개의 뉴런을 갖고 있는 입력층과 100개의 뉴런을 갖고 있는 중간층 그리고 49개의 뉴런을 갖고 있는 출력층으로 구성되어 있다.

이 연구에서는 한글 이진영상의 전처리를 통하여 입력 뉴런의 개수를 많이 줄였다. 즉 각 글자를 96개의 DC 성분으로 변화하여 신경회로망의 입력으로 사용하였다. 이로 인하여 전체적인 신경회로망의 크기를 크게 감소시켰으며, 더불어 신경회로망의 학습시간도 줄일 수 있다는 장점을 갖고 있다.

인식 실험은 한글 2,350자에 대하여 실시하였으며 2,337자 까지 인식이 가능하였다. 입력 문자에 좌우 변환이 있는 경우에 대하여도 인식을 시도하여 보았으나 그다지 만족스러운 결과를 얻지는 못하였다.

(3) "신경망 모델을 이용한 한글 문자의 형태 분류와 인식"⁽¹⁰⁾

이 연구는 경북대학교 전자계산기 공학과 김향준 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 형태 분류 신경회로망을 이용하여 입력된 글자를 중성의 형태에 따라 15가지로 분류하여 다음 단계에서 인식을 시도하는 구조로 되어 있다. 형태 분류를 위한 신경회로망은 400개의 뉴런을 갖고 있는 입력층과 각각 15개의 뉴런을 갖고 있는 하나의 중간층과 출력층으로 구성되어 있다. 그리고 형태별 인식 신경 회로망은 15개의 초성, 중성, 인식 신경회로망과 7개의 종성 인식 신경회로망으로 구성되어 있다.

이 연구에서도 40×40 크기의 이진 영상을 3×3 마스크를 사용하여 20×20의 영상으로 바꾸

는 전처리를 통하여 입력층의 뉴런 개수를 줄이고 있다.

인식 실험은 누적사용빈도가 높은 상위 510 자에 대하여 실시하였으며 형태 분류 인식률은 97.65%에 이르렀고, 인식률은 98.63%에 이르렀다.

(4) "신경망을 이용한 한글 형태 분류 및 음소 인식"⁽¹⁰⁾

이 연구는 부산대학교 전자계산학과와 차의영 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 한글 필기체 문자인식을 시도하였다. 이를 위하여 17개의 bar를 사용하여 글자의 조직을 얻는 전처리를 한 후 신경회로망의 입력으로 사용하였다. 전체적인 신경회로망의 구조는 자음인식회로망과 모음인식회로망 그리고 형태 분류회로망의 3개로 구성되어 있다.

(5) "신경망 기법의 현실적 적용을 위한 개선 전략"⁽¹¹⁾

이 연구는 한국과학기술원 전산학과와 김진형 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 BP가 갖고 있는 문제점의 개선을 위하여 학습 알고리즘의 개선을 통한 학습시간의 감소, 변형을 [ε]한 학습, 선택적 재학습, 학습된 신경회로망의 연결선 축소등의 방법론을 제시하며, 이를 입증하기 위한 실험을 실시하였다.

전체적인 구조는 유형 분류 신경회로망을 통하여 입력 패턴의 유형을 분리해 내고 다음 6개의 유형별 인식 신경회로망을 통하여 인식을 시도하였다.

입력 패턴에는 아무런 전처리도 하지 않고 이진 영상을 그대로 입력으로 사용하였으며, 인식실험은 누적사용빈도율이 99.8%에 이르는 990자에 대하여 실시하였으며, 형태 분류 인식률은 99.29%에 이르렀고, 인식률은 98.28%에 이르렀다.

(6) "인공 신경망 모델을 이용한 한글 필기체 On-line 인식"⁽¹²⁾

이 연구는 서울대학교의 컴퓨터 공학과와 황희용 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 pointing-device의 궤적을 추적해 입력 패턴의 특징을 추출하여 신경회로망에 입력을 주는 온라인 인식 연구로서 위치정보와 획의 종류에 관한 정보를 모두 입력으로 사용하여 인식에 완전히 기하려고 시도하였다. 총 17개의 신경회로망을 사용하였으며 이들의 기본적인 구조는 모두 같고 각 획마다 종류 및 위치정보를 표현하는데 8비트를 이용하고 자소의 최대획수가 8획이므로 64개의 입력 뉴런을 통하여 정보를 신경회로망에 입력시켜 인식을 시도하였다. 그리고 중간층의 뉴런 개수는 적당히 결정되었으며 출력층의 뉴런의 개수는 5개로 하여 조합형 코드를 나타낼 수 있게 하였다.

인식실험은 255자에 대하여 실시하였으며, 71%의 인식률을 보였다. 이렇게 낮은 인식률을 개선하기 위하여 변형, 애매성 등의 문제를 해결하여 90% 이상의 인식률이 예상된다는 실험결과를 보고하고 있다.

(7) "신경망 모델을 사용한 한글 문자의 형태 분류"⁽¹³⁾

이 연구는 한국과학기술원 전산학과와 김진형 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 한글 문자의 형태를 6가지로 분류하는 신경회로망을 구현하여 한글의 형태 분류에 대한 실험을 실시하였다. 이 한글 문자의 형태 분류는 완전한 문자의 인식단계는 아니나, 문자를 크게 몇가지의 형태로 나누어 그 형태의 소속을 판별함으로써 음소인식 신경회로망과의 결합을 통하여 인식을 효율적으로 행할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이 연구에 사용된 신경회로망의 구조는 하나의 중간층 뉴런이 각 형태의 분할된 소영역을 담당할 수 있도록 하기 위하여 17개의 소영역에 대응되는 17개의 중간층 뉴런을 갖고 있으며 출력층에는 6가지 형태에 대하여 각각 하나의 뉴런을 할당하기 위하여 6개의 뉴런을 갖고 있다.

인식 실험결과 학습된 데이터에 대하여는 100%, 그리고 학습에 참가하지 않은 데이터에

대하여는 985 이상의 높은 인식률을 보이고 있다.

2. Neocognitron

(1) “Neocognitron 방식을 이용한 인쇄체 한글 문자 인식에 관한 연구”⁽¹⁴⁾

이 연구는 포항공과대학 전자계산학과와 방승양 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 자음인식 신경회로망과 모음인식 신경회로망을 기본으로 하여, 이들 신경회로망들이 6가지 형태의 한글 구조에 따라서 적절히 결합되어 있는 복수개의 신경회로망으로 이루어져 있다. 입력 문자가 주어지면 각 형태별 신경회로망이 모두 입력을 받아들여 가장 높은 출력을 발생하는 2개를 선택하여 어떤 임계값보다 작으면 선택된 두 신경회로망의 자모에 대하여 학습시 생성한 표준원형과의 매칭점수를 계산하여 큰 값을 가지는 출력을 최종 결과로 삼고 임계치 이상이면 최대 출력값을 최종 결과로 삼는다는 부가적인 인식 전략을 갖고 있다. 입력은 세선화의 전처리된 거친 결과를 사용하였다.

인식 실험은 401자에 대하여 실시하였으며, 인식률은 96.7%에 이르렀다.

(2) “한글 필기체 자모 인식을 위한 신경회로망 모형 연구”⁽¹⁵⁾

이 연구는 연세대학교 전산과학과의 이일병 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 모양이 상당한 정도 왜곡되거나 크기나 위치가 변하여도 어느 정도 바르게 인식할 수 있는 능력이 있는 신경회로망을 구성하여 자음 30자, 모음 21자 각각과 합친 자모 51자의 인식을 시도하였다. 각각에 대한 인식률은 모음 92.8%, 자음 85.4%에 이르렀다. 자음을 인식하는 신경회로망에서는 4개의 U_s층을 사용하였다. 이 연구를 통해서 Neocognitron 모형을 이용한 문자인식은 왜곡된 필기체 한글문자 인식에 적절하다고 제시하고 있다.

3. RCE

(1) “Coulumb Energy Network를 이용한 한글 인식 Neural Network”⁽¹⁶⁾

이 연구는 충남대학교 전산학과와 이원돈 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 이 연구에서는 6가지 형태의 한글중에서 ‘각’ 형태만을 택하여 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅇ’로만 구성된 한글을 인식하는 신경회로망을 구성하여 실험을 행하였는데, 초성, 중성, 종성의 각각의 자소를 인식할 수 있는 3개의 부분과 각각의 결과를 통합하여 글자를 인식하는 부분으로 되어 있다. 그리고 이 연구에서는 서로 구별이 쉽게 되는 패턴에 대한 학습 후, 다시 유사하지만 구별이 되어야 할 패턴을 학습시키는 2 stage 학습방법을 사용하였다. 입력 자료는 각자소가 4×4의 크기이며, 한글 패턴은 8×8 크기로 하였다. 이 실험에서 인식률은 97%에 이르렀으나, 입력자료가 비현실적이었다는 문제점을 안고 있다.

4. Sejong-Net

이 연구는 연세대학교 전산과학과의 이일병 교수팀에 의하여 이루어졌는데, 마우스등의 동적 위치정보 입력기기를 통해 입력되는 문자를 인식하는 다단계 신경회로망 모형으로 동물의 시신경 조직에서 힌트를 얻어 구성된 새로운 모형이다. 전체적인 구조는 동적 입력에서 시간적, 공간적 특징을 추출하고 다시 각각의 국부적인 특징을 조합한 후 획을 인식하고 나아가서 자소에 대한 인식을 한 후 최종적으로 자소의 조합에 의한 음질인식을 시도하고 있다.

인식 실험은 8명의 사람을 대상으로 총 500자의 인식을 시도하였다. 인식률은 85%에 이르렀다. 이 연구는 새로운 신경회로망을 구현하였다는 점에서도 의의가 있을 것이다.

4 결 론

이상 필자들의 눈에 띈 발표된 논문을 통하여 신경회로망 방법을 이용한 문자인식에 관한 연구를 살펴보았다. 패턴 인식에의 새로운 접근 방법

인 신경회로망을 이용한 문자인식 방법이 제기된 이후 실로 많은 연구가 이루어져 왔다. 본 조사를 통하여 신경회로망을 이용한 한글인식에의 연구도 1989년 이후로 활발하게 이루어지고 있다는 것을 알게 되었다.

지금까지 있어온 신경회로망을 이용한 한글인식은 주로 BP 모형을 이용한 연구가 많았으며 인식률도 대체로 90% 이상을 얻고 있었다. 그리고 입력형태에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있었는데 이진영상을 그대로 사용한 연구와 이 이진영상에 적당한 전처리를 한 후의 데이터를 입력으로 사용한 경우이다. 후자의 경우는 입력 데이터의 수가 작아져서 신경회로망의 크기가 작아지는 잇점이 있지만 전처리에 어느 정도의 시간이 들기 때문에 문제점도 갖고 있다. 원래의 신경회로망 취지를 생각하면 특수한 전처리를 하지 않은 영상을 그대로 입력으로 쓰는 것이 유연성이 있지만 지금 현재는 여러가지 전처리를 통하여 신경회로망의 크기를 최소화하고 인식율을 높이는 방향도 대단히 바람직한 방향이라 생각된다. 그리고 대체로 인쇄체 문자인식에 많은 연구가 있어 왔는데, 앞으로는 정적인 필기체 문자인식에 보다 많은 연구가 이루어져야 한다고 생각한다. 왜냐하면 인쇄체 정도는 기존 방법으로서도 충분히 실용적인 인식률을 얻을 수가 있어 신경회로망 방법의 장점은 역시 필기체 인식에 있기 때문이다. 지금까지 인쇄체 인식을 통해 얻은 경험과 기술을 바탕으로 앞으로 본격적인 필기체 인식 연구가 전개되기를 바란다.

參 考 文 獻

1. J. J. Hopfield, "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities", Proceedings of National Academy Science USA, Vol. 79, pp. 2554~2558, April, 1982.
2. K. Fukushima, S. Miyake, and T. Ito, "Neocognitron : a neural network model for a mechanism of visual pattern recognition", IEEE

- Transaction on System, man, and Sybernetics, SMC-13, pp. 826~834, 1983.
3. D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning Internal Representation by Error Propagation", Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Conition, Vol. 1 : Foundations, pp. 318~362, Cambridge, MA : Bradford Books, MIT Press, 1986.
4. C. M. Bachmann, L. N. Cooper, A. Dembo, and O. Zeitouni, "A Relaxation Model for Memory with High Density Storage", Proceedings of National Academy Science, USA 21, pp. 7,529~7,531, 1987.
5. C. L. Scofield, "Learnign Internal Representations in the Coulomb Energy Network", Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, 1988.
6. Douglas, L. Reilly, Christopher Scofield, Charles Elbaum, Leon N. Cooper, "Learning System Architectures Composed of Multiple Learning Modules", Nestor Inc.
7. 고병기, 김진형, 양현승, "경쟁하는 신경망 조직을 이용한 인쇄체 한글 문자의 인식", 제1회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, pp. 127~134, 1989년 1월.
8. 김상우, 전운호, 최종호, "신경회로망을 이용한 인쇄체 한글 문자의 인식", 전자공학회 논문지, pp. 228~234, 1990년 2월.
9. 김병기, 김향준, "신경망 모델을 이용한 한글 문자의 형태 분류와 인식", 한국정보과학회 추계 논문 발표집, pp. 303~306, 1989년 10월.
10. 김명원, 박창민, 배현주, 차의영, "신경망을 이용한 한글 형태 분류 및 음소인식", 한국정보과학회 추계 논문발표집, pp. 697~700, 1989년 10월.
11. 조성배, "신경망 기법의 현실적 적용을 위한개선 전략", 석사학위 논문, 한국과학기술원, 1990.
12. 최정훈, 권희용, 황희용, "인공 신경망 모델을 이용한 한글 필기체 On-line 인식", 한글 및 한국어정보처리 학술발표논문집, pp. 126~131, 1989.
13. 이동현, 조원규, 양현승, "신경망 모델을 사용한 한글 문자의 형태 분류", 한국정보과학회 춘계

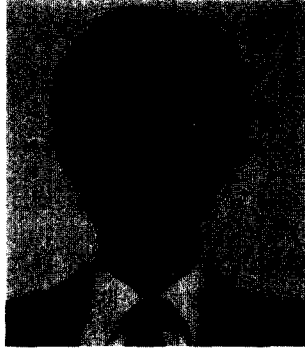
학술발표 논문집, pp. 215~218, 1989.

14. 김화룡, 방승양, "Neocognitron 방식을 이용한 인쇄체 한글문자 인식에 관한 연구", 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집, pp. 223~226, 1990.

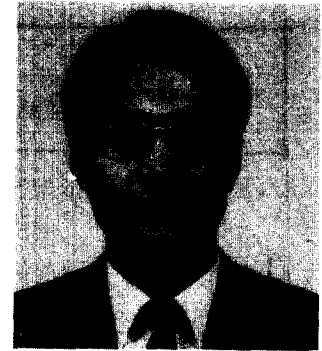
15. 김태천, "한글 필기체 자모 인식을 위한 신경회로망 모형 연구", 석사학위논문, 연세대학교 대학원, 1990.

16. 이경희, 이원돈, "Coulomb Energy Network를 이용한 한글인식 Neural Network", 한글 및 한국어정보처리 학술발표논문집, pp. 267~271, 1989.

17. 정아연, "동적 문자인식을 위한 신경망 모형 'Sejong-Net'의 설계 : 석사학위논문, 연세대학교 대학원, 1990.



朴永煥



方勝楊

저자약력

- 1986년 : 서울대학교 수학과 학사
- 1986년~1989년 : (주)한국 IBM 근무
- 1989년부터 포항공과대학 대학원 전자계산학과에 재학중

저자약력

- 1966년 : 일본 Kyoto대학 전기공학 학사
- 1969년 : 서울대학교 전기공학 석사
- 1974년 : University of Texas 전산학 박사
- 미국 Wayne State University, Michigan Bell, NCR, Bell 연구소 등에서 근무하고 1981년 귀국.
- 1981년~1984년 : 한국전자기술연구소 실장및부장
- 1984년~1986년 : (주)유니온시스템연구소¹ 소장
역임
- 1986년부터 포항공과대학 전자계산학과 교수 및 산업과학기술연구소 정보공학 분야장 재직