

養液재배를 위한 培養液관리 지원시스템의 개발  
(2) 신경회로망에 의한 電氣傳導度의 推定

손 정익\* 김 문기 남 상운

(서울대학교 농업생명과학대학 농공학과)

Development of a Supporting System for Nutrient Solution Management  
in Hydroponics

(2) Estimation of Electrical Conductivity(EC) using Neural Networks

Son, Jung Eek\*, Kim, Moon ki, Nam, Sang woon

(Dept. of Agr. Eng., Coll. of Agr. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ.)

1. 연구 목적

양액재배에 따른 배양액 관리의 자동화가 진행될수록, 배양액을 효율적으로 관리할 수 있는 배 지원시스템이 필요하다. 최근 시설원예의 환경관리등에 AI 수법이 도입되고 있고 양액관리도 예외는 아니다. 신경회로망은 패턴인식, 학습등의 분야에서 유망한 수법으로 인정되고 있고 통계적수법에 유사한 분석등에도 적용되고 있다. 본 연구에서는 신경회로망을 이용하여 각 이온의 농도를 입력(독립변수), 전기전도도를 출력(종속변수)로 하는 비선형 중회귀분석을 시행하여 배양액의 전기전도도의 추정 및 신경회로망의 적용성 여부를 검토하였다.

2. 연구 재료 및 방법

1) 신경회로망의 개요: 신경회로망은 Fig.1과 같이 하부의 입력층(input layer), 상부의 출력층(output layer) 및 중간부분의 중간층(hidden layer)으로 구성된 역전달 신경회로망(back propagation model)을 사용하였다. 이 모델은 Alan Lapedes에 의하여 제안된 것으로서 입력 및 출력층 유니트(unit)의 전달함수(transfer function)는 선형(linear), 중간층은 S자형(Sigmoid)으로 구성되어 있다.

2) 신경회로망의 구성: (1) 입력변수 선정: 입력변수는 각 이온의 농도를 대표값인 변수(mol: 물, meq:당량)중에서 학습시 오차가 적은 변수를 선택하였다. 이때 오차는  $E=1/n\sum(d_i-o_i)^2$  이고 (단, n:자료수,  $d_i$ :측정치,  $o_i$ :추정치), 학습회수는 3000회 이었다. (2) 중간층 및 유니트 수의 결정: 중간층의 수가 1,2,3 인 모델에대하여 검토하여 오차가 최소인 경우의 중간층수를 결정하고 이 경우에 대하여 오차가 최소가 되는 유니트의 수를 결정하였다.

3) 학습 및 검증자료: EC 및 각 이온의 농도가 측정된 180개의 자료중 임의 선별한 108 개를 학습자료로 사용하였고 나머지 72개 자료를 검증의 자료로 사용하였다.

4) 학습 및 검증: (1) 학습회수의 결정: 결정된 신경회로망에 대하여 오차를 최소로 하는 학습회수 결정을 위하여 10000회 정도 실시하여 적절한 학습회수의 범위를 결정하였다. (2) 학습결과의 검증: 충분히 학습된 신경회로망을 이용하여 72개의 자료에 대한 검증을 실시하였다.

3. 연구결과

1) 신경회로망의 구성: (1) 입력변수 선정: 중간층의 수가 1(9 units), 2(9x9 units) 인 모델에 대하여 검토한 결과, meq농도를 사용한 경우가 mol농도를 사용한 경우보다 오차 및 수렴속도면에서 좋은 결과를 보였다(Fig.2). (2) 중간층 및 유니트 수의 결정: meq농도의 입력에 대하여 중간층이 1, 2 인 경우에 양호한 결과를 보였다(Fig.3). 또한 중간층이 1인 경우에 대하여, 유니트의 수가 9, 11 인 경우에 양호한 결과를 보였다(Fig.4). 유니트 11의 경우, 불필요한 2 개의 유니트가 발견되었다.

2) 학습 및 검증: (1) 학습회수의 결정: 결정된 9x9x1 유니트의 모델에 대하여 학습회수 및 오차와의 관계는 Fig.5와 같다. 약 10000회 정도에서 거의 변화가 없다. (2) 학습결과의 검증: 72개 자료에 대하여 학습회수가 200, 10000회에 대한 추정치와 측정치의 관계는 Fig.6과 같다. 10000회의 경우,  $Y=0.987 X + 0.023$ ,  $R=0.998$ ,  $e=0.064$ 의 높은 상관관계를 보였다. 검증결과에 대한 상세내역은 생략한다.

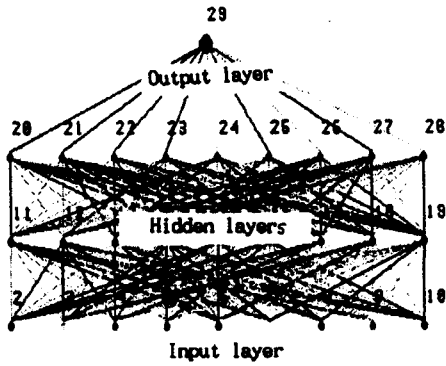


Fig.1. A typical structure of neural network

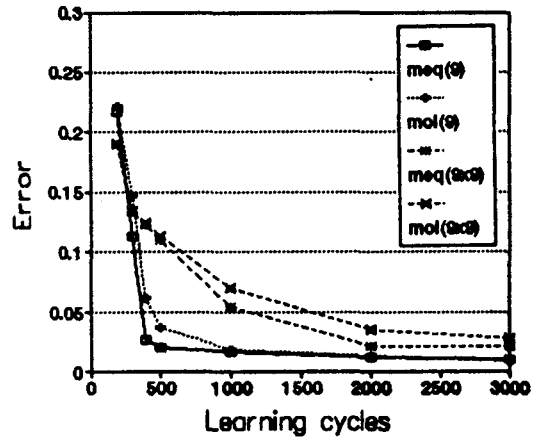


Fig.2. Relation between the kinds of ion concentration and error

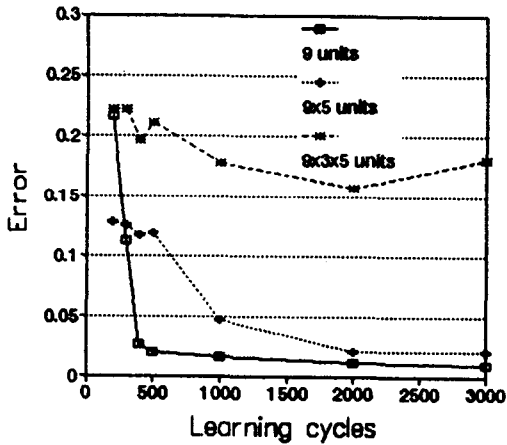


Fig.3. Relation between the number of hidden layers and error

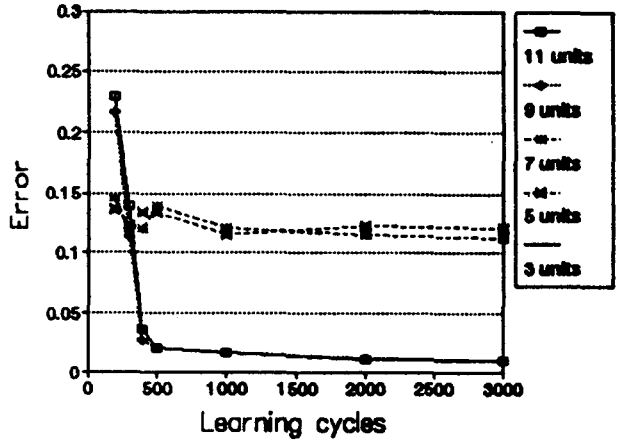


Fig.4. Relation between the number of units and error in the neural network of 1 hidden layer

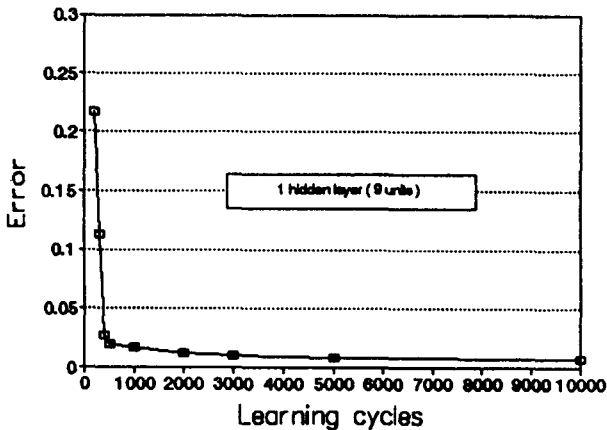


Fig.5. Change of error with time in the neural network of 1 hidden layer(9 units)

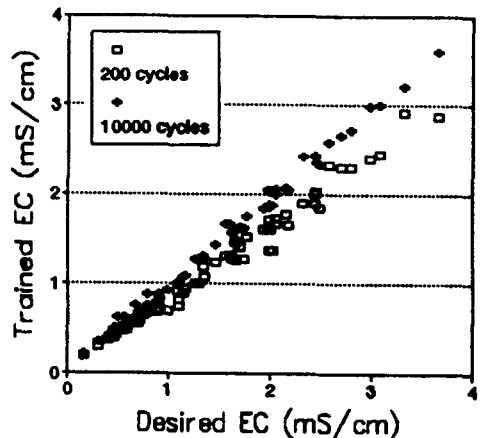


Fig.6. Comparison of desired EC and trained one for the 200 and 10,000 learning sweeps