

관능에 관여하는 의식요소와 식품관능평가의 시간함수개념

전 재 근
서울대학교 식품공학과

요 약

식품의 관능검사는 인간의 의식과 식품간의 반응결과를 객관적으로 나타내는 방법으로 수치, 언어적 묘사, 도표 등의 표현법을 사용하고 있으며 검사 요원들 간의 오차를 발생한다. 이 오차를 줄이기 위하여 통계 및 심리학적으로 접근하여 해결을 시도해 오고 있으며 오차를 심리적 잡음 (psychological noise)이라고 주장되고 있다. 식품의 기호도는 감각신경세포에서 전기적 신호로 전환되어 뇌에 전달되고 의식의 분석과 해석을 거쳐 얻어지는 것이므로 전기적 신호처리가 포함된다. 그러나 현재의 관능검사 방법들은 시간의 함수관계를 중시하고 있지 않다. 감각신경의 신호 전달체계의 유사성을 바탕으로 관능검사과정에 시간함수를 도입하는 개념이 요구된다. 시간을 개입하는 방법론으로 의식과 식품간의 일어나는 순차적 또는 병렬적 행동과 의식체계를 분석하고 시간인자의 중요성을 부각시켰다. 시간함수의 도입방법으로 관능영향인자 표의 구성하고 bar-code를 생성하는 프로그램과 파형곡선으로 전환하는 개념을 제안하였다.

서 론

식품의 관능검사는 식품의 전 영역에 걸쳐 중요하지만 특히 신제품의 개발과 마케팅 전략에서 소비자의 기호도를 예측하는 직접적인 방법으로 활용되고 있다. 관능 검사는 훈련받은 검사요원에 의하여 식품의 맛, 향, 모양, 촉감 등 인간의 의식체계를 거쳐 주관적으로 판단하고 그결과를 객관화하는 것이다. 그러나 관능평가 결과는 주관적 판단에 기초를 두고 있기때문에 인간의 정신적 작용에 무게를 두어야 한다고 Fechner(1860)는 주장하였고 Anderson(1974)은 자극(stimuli)과 인식의 관계를 수식화 하였으나 항상 일정한 값을 보이지 못하는 sensory bias 현상이 발생한다 (Stevens,1957, Poulton, 1989). 따라서 과거 50 여년간은 이러한 오차발생의 원인(Birnbaum, 1982)을 극복하기 위한 방법들이 연구되었다. 관능값은 인간의 판단행위(Decision making)이므로 판단에 참고할 자료나 기억이 요구되며 개인적 경험에 바탕을 둘 수 밖에 없다.

그러나 식품산업은 다수를 상대한 객관성을 강조함에 따라 개인간의 관능차를 줄일 수 있는 방법들을 요구하게되었고 이에 부합하는 많은 방법과 모형이 제창되어왔다(Lawless and Heymann, 1998). Thurstone은 파넬요원간의 평가값의 차이를 심리적 함수(psychometric function)에 기인한 것이라고 하였고 식품관능학의 이론분야에서 중요한 역할을 하게 되었다. 특히 최근의 관능감사는 decision rule 과 perceptual noise(인지 잡음)에 기초를 두고 인지잡음 제거를 위해 통계학이 사용되고 있다(Ennis, 1998). Schutz(1998)는 관능검사는 인간의 마음에 관한 이해 없이는 bias현상의 해결이 힘들다고 주장하고 있어 의식구조 이해의 필요성을 강조하였다. 관능은 식품에만 국한되는 현상이 아니기 때문에 청각 및 시각인식과 동일 한 개념이 적용될 개연성이 크기때문에 감각작용의 유사성을 분석 할 필요가 있다. 그

리고 신경과학을 컴퓨터 공학적 지식(Chun, 1999) 으로 접근하여 관능에 관계되는 의식구조와 작용을 유추 할 수 있을 것이다.

이 논문은 컴퓨터공학과 신경세포의 신호전달과 정보화기술을 접목시켜 인간 인식체계를 모형화하고 관능기작을 관련시켜 시간함수의 도입의 불가결성을 주장하고자 하였다. 특히 식품관능에서 시간함수의 중요성을 강조하여 관능점사 값을 시간의 함수로 전개 할 수 있는 개념과 방법론을 제시하고자 하였다.

이 론

1. 신경세포와 감응 신호특성

인간은 외부자극(stimuli)에 대한 반응하는 눈, 귀, 코, 혀, 피부의 다섯 감각기관과 지극히 복잡한 신경세포망으로 이루어져 있다. 신경세포에서 출력되는 신호는 110mV의 pulse 이다. Pulse interval time은 4ms이며 펄스폭은 1ms 정도이며 신호의 전달속도는 100m/s 정도이다(Lodish et al, 2000)(Figure 1). 파형신호특성을 고려하면 감각기관을 이용하여 판단되는 출력신호 역시 파형성을 갖지 않을 수 없을 것이다. 실제로 음식을 섭취할 때의 뇌파는 파형으로 나타난(Sagara, 1999).

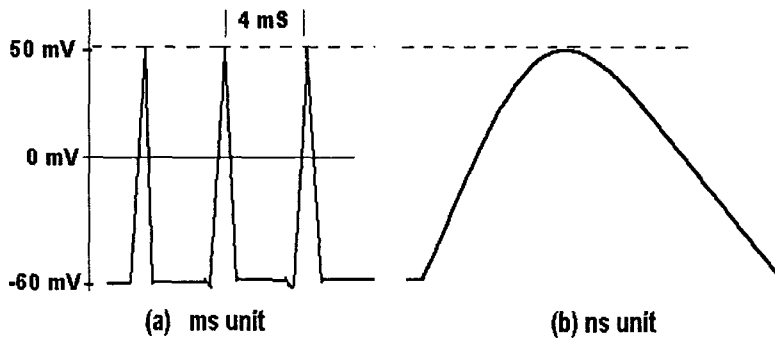


Figure 1. Neural signal pattern generated by human neuron.

2. 신경망회로와 인공신경망제어

신경망회로는 수많은 신경 세포들이 신호전달을 위하여 구축하여 놓은 회로망이다. 이 회로망체계는 인식, 분석, 학습, 추리, 및 판단의 기능을 갖고 있어서 computer 공학분야, 특히 공정제어분야에서 Artificial neuron 이라는 인공신경망을 창안하여 활용하게되었다(McCulloch, 1943). 놀랍게도 이 인공신경세포로 구성된 신경망회로는 인간의 신경망과 아주 흡사하게 동작하고 있어서 특히 문자, 화상, 음성 자료의 인식 능력을 발휘하고 있다. Neural Network Control 분야는 많은 발전을 이룩하고있다(Zurada, 1992, Nelson and Illingworth,1991). 이는 곧 인간의 인식체계에서 5개의 감각기관을 통하여 입력되는 정보들이 의식 이외에 무의식이라는 감춰진 의식층들을 통하여 식품의 관능평가가 출력된다는 간접적인 증거이다.

이 인공신경망은 그림 2와 같이 구성되어 있고 입력 신호에는 각각의 가중치(weight, w_i)를 부여하여 출력을 결정한다. 신경망은 연결마디와 내부에는 신호를 종합하여 분석하는 연산 및 논리 함수가능을 하는 activation function $f(\bullet)$ 을 포함하고 있다고 보는것이다(그림 a). 함수는 한개 이상의 다층구조(multi layer)를 이루고 있는 경우 많다(그림b). 함수논리는

다음과 같다.

$$\text{net} = \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (1)$$

net 값은 $f(\bullet)$ 를 거쳐 구해진다.

$$y = f(\text{net}), f(x) = \begin{cases} 1, & x > \theta \text{ (threshold)} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

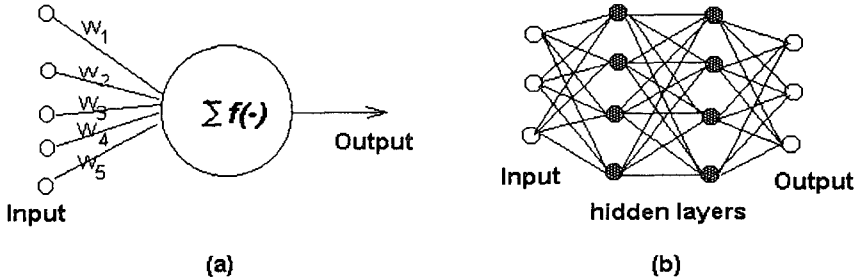


Figure 2. Artificial neuron and hidden layer.

함수로는 Sigmoid, Hyperbolic, Gaussian 함수 들을 사용할 수 있다. 마디의 연결방식에서도 feed-forward, feed-backward, lateral, time-delayed, recurrent network 등이 있다. 이 인경 신경망의 특징은 입력의 가중치(w_i)와 문턱값(threshold)들을 조정하여 훈련을 반복하면 목적하는 출력을 얻어 낼 수 있으며 학습능력을 갖는다. 학습능력을 높이기 위하여 perceptron, backpropagation, Hebbian, Hamming net and MAXNET 등이 사용되고있다. 여기서 주목하는 것은 내부적으로 감추어진 함수층 들의 존재와 역할이다(Mittal,1997).

인간은 10^{12} 개의 신경세포들을 연결하는 연결마디와 이를 처리하는 memory의 규모는 복잡하다. 그러나 인간의 두뇌는 제한된 기억세포를 갖고 있어서 효과적인 memory구조와 운영방법을 갖지 않으면 안된다.

3. 컴퓨터와 유식학적 의식구조

컴퓨터는 CPU라는 중앙연산처리 장치를 중심으로 RAM, ROM의 기억장치와, Key board를 통한 입력장치와 monitor, printer와 같은 출력장치로 되어있다. 이는 근본적으로 인간의 두뇌와 행동을 모사한 장치이다(전재근, 2000). 따라서 인간의 인식과 사고, 판단 등 다양한 정보들이 내포된 인간의 작품이다. 따라서 인간의 관능기작을 컴퓨터의 메모리 구조와 인공 신경세포망을 연계지어 볼 만하다.

외부적 자극(stimuli)과 인식도(cessory perception)와의 관계를 19세기에 독일의 심리학자 Weber가 밝힌이래 인식가능한 문턱값(Just Noticable Difference, JND)이 관능심리학적연구의 기초가 되고있다. Fechner(1980)는 아시아의 종교로부터 마음과 육체의 관련된 의식에 비중을 둔 관능검사 방법을 제창하여 관능 값(S)과 자극(I)간에는 식(3)과 같은 관계가 있음을 밝혔다.

$$S = k \log I \quad (3)$$

그런데 AD400 년경에 인도의 승려 무착이 Yoga 수행자들의 정신세계의 탐구를 통하여 인간의 의식구조를 5식, 6식, 7식, 8식과 같이 multi-layer 로 구성되어 있음을 알아내어(Anacker, 1984) 의식의 심층에 아뢰아식(alayavijnana) 이 있어 육체와 정신 활동을 총괄한다고 하는 것이다(그림 3). 이를 도식화하면 놀랍게도 인공신경세포로 구성된 Neural network control 이론의 hidden multi layer와 아주 흡사하다.

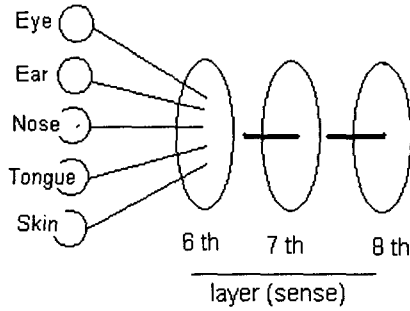


Figure 3. The multilayer structure of human consciousness reported AD 400's.

여기서 우리의 관심은 첫째로 시간이 신호의 처리와 교환에 필수 적으로 관여하는 것이며 둘째로는 식품의 관능적 판단에는 일정한 rule이 적용될 수 있다는 점이다. 그리고 셋째로는 의식기구의 어떤 과정이 관능판단에 관여 하는가? 하는 것이다.

3. 5-Sensory Sensor와 의식구조

컴퓨터의 신호처리 개념과 의식의 다층구조 개념을 접목하여 만든 인지기작은 그림4와 같이 구성하였다. 5개의 감각기관은 6식이라고 하는 의식장치에 접속되어 gate들을 통하여 입력된다. 여기서 입력자료의 분류, 합성을 거쳐 판단기능을 가지며 오감을 운영할 수 있는 낮은 단계의 사고능력을 갖는다.

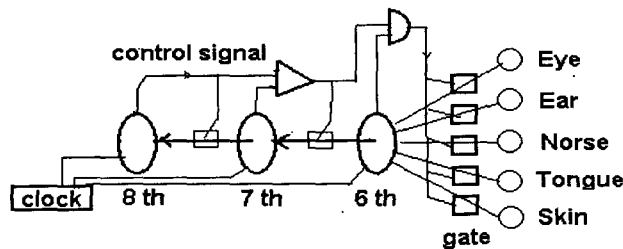


Figure 4. The human consciousness model with multilayer consciousness with timer clock.

이들 자료는 다음 상위단계의 7식층으로 넘겨져 pattern으로 구분하고 category 별로 소속시켜 membership 개념을 갖는 새로운 단계로 진입한다. 이곳에서는 주관의 개재되기 시작하여 5식의 감응에 관여하여 차별심(discrimination)이 생기며 이 차별심은 신호정보의 bias 현상을 야기시킨다.

지금 사과를 대상으로 각각 상이한 경험을 가진 세 사람이 관찰 할 때 좋게, 나쁘게, 좋지도 나쁘지도 않게 인식되는 사과의 분기가 나타나서 사과는 그림 5와 같은 pattern 들로 분기될 것이다. (Goenka, 1987)

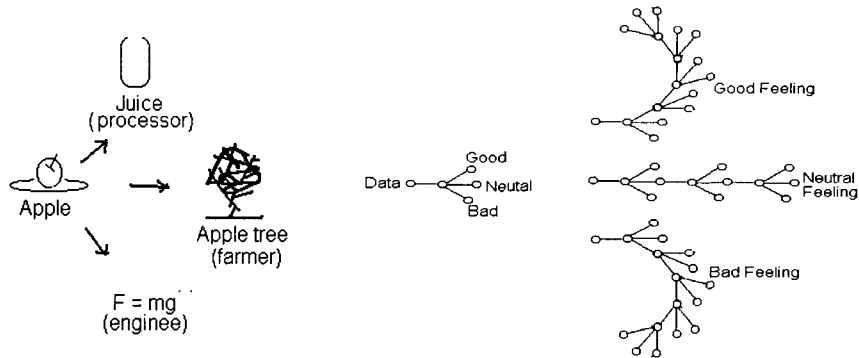


Figure 5. Different sensations on Apple among persons with different experiences.

Stevens(1957)는 stimuli와 perception 간의 log적 관계식(식(3))은 이러한 생각의 분기현상에 원인이 있는 것 같다. 다음으로 모든 자료는 8식의 상위층 의식에 보고되어 압축하여 보관되며 일생을 통하여 의식체계에 관여한다.

이를 flowchart 로 간략화하면 그림 6과 같이 모든 의식체계가 총체적으로 관여하며 의식

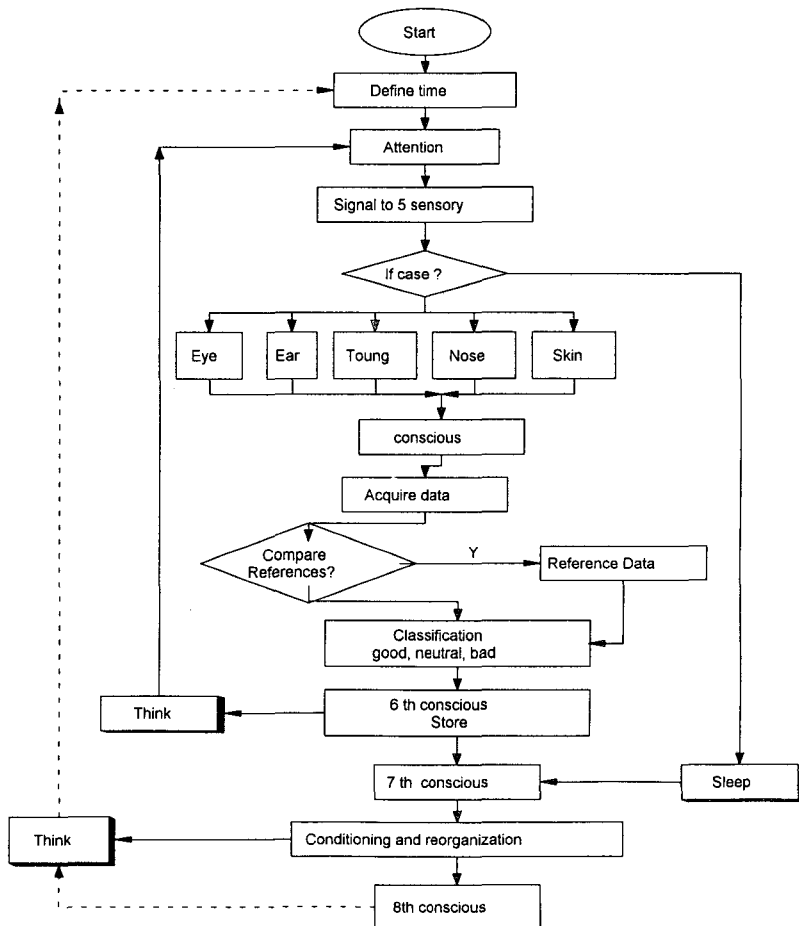


Figure 6. Simplified think folw chart of human conscious system.

단계별로 상이한 시간 단위를 사용한다는 것이다. 따라서 관능값은 우리들의 의식체계중에서 어떤 의식층이 관여하는가가 규명되어야 할 것이며 그 표현에 있어서 시간의 함수를 포함하도록 표현되어야 할 것이다. 묘사법을 사용하여 식사행동양식에 입각한 시간적 차등을 개재시킨 예가 보고되고 있기도 하다 (김혜영 등, 1995).

4. 감각기관간의 유사성과 시간함수

식품기호도의 표현에 시간함수의 개입의 필요성은 감각기관의 유사성에서 그 근거를 찾을 수 있다. 지금 시각, 청각 및 식감의 유사성을 살펴 보고자 한다.

시각과 영화: 영화필름은 매초당 24화면의 속도로 이동시켜 인간 photoreceptor 의 수용 능력에 맞도록 제작된다. 1시간의 상영을 위하여 1년 이상의 제작시간이 소요되기도 한다. 시간의 함수를 포함하고 있으므로 언제나 재현 할 수 있다.

청각과 음악: 음악은 음의 고저와 박자(시간)를 도입하여 작곡한다. 시간의 최소단위는 인간의 청력감각능력과 발성 기능을 감안하여 설정되었다. 시간의 함수로 작곡되었기에 작곡에 1년이 소요되었어도 1시간의 연주로 재생될 수 있다.

미각과 요리: 식품은 원료(성분의 농도)와 조리시간의 조합으로 요리된다. 입속에서 수초간 식품을 씹어 삼키면서 맛의 모든 정보가 감지된다. 현재의 서술식 조리방식과 관능평가방법으로는 음식을 재생 할 수 없다. 실제로 요리된 식품은 모든 요리정보를 내포하고 있으나 이를 재생시키지 못하는 시간의 함수를 포함시키는 방법이 개발되지 않았기 때문이다.

5. 시간함수의 도입개념, BAR CODE MODEL

식감에 시간을 포함시키는 방법에는 여러가지가 있을 수 있으나 가장 용이한 방법이 BAR-CODE 방법이 있을 수 있다.

신경세포의 pulse 출력신호특성상 음식을 섭취하는 행동 양상도 pulse 신호 pattern의 나열로 표시 될 수 있을 것이다(그림7(a)). 신호의 강도를 y축에 시간을 x축으로 할때 사과를 인식하고 입으로 가져와 씹어 삼키는 과정을 단계별로 나타내면 그림(b)과 같이 5개의 감각기관의 상이한 신호 pattern 들이 의식속에 저장된 정보(pattern)가 결합하여 새로운 pattern을 생성한다는 것이다(그림(c)).

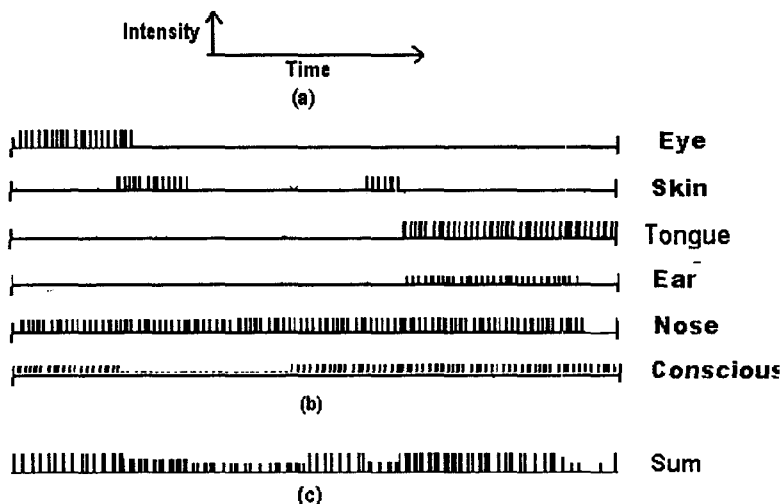


Figure 7. Affective stimuli pattern in eating behavior.

이와 같이 생성된 BAR-CODE는 Fourier 변환식을 사용하면 frequency curve 로 변환시킬 수있다. 즉 BAR와 BAR 사이의 공간은 신호간격(T)이 됨으로 식(4)와 같은 관계식으로 표현된다. 즉, Fourier series의 Euler function를 사용하면 함수 f(x)는 실수 시간 T 로 정의 된다.

$$f(x + T) = f(x) \tag{4}$$

여기서부터 신호는 시간간격(BAR-CODE interval time, T) 에 따라 진동을 반복하는 frequency curve를 만들어 낸다. 만일, T 가 일정치않고 정수 n배로 될경우는 다음식과 같다.

$$f(x+nT) = f(x) \tag{5}$$

더욱이 두 개의 파형들이 f(x) 와 g(x) 모두 주기 T로 정의 된다면 그 결과는 두 함수의 합이되어 식(6)과 같게된다.

$$h(x) = af(x) + bg(x) \tag{6}$$

식에서 a 와 b 는 상수 값이다. 따라서 pulse pattern 들의 합이 가능 할 것이다. 따라서 BAR-CODE로 표현된 관능결과는 그림8 과 같은 T를 주기로 하는 식감 곡선을 얻을 수 있다.

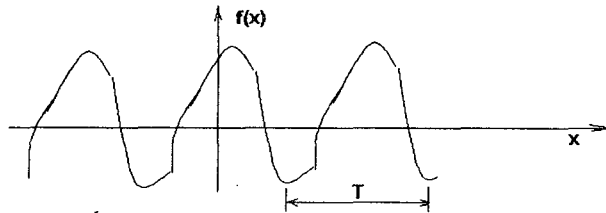


Figure 8. Periodic oscillation of f(x).

따라서 BAR-CODE pattern은 관능 curve로 전환 할 수 있게 된다. 이 curve 는 pattern 화 됨으로 인간의 기억구조에 상당히 접근한다고 볼 수 있을 것이다.

6. 식감 BAR-CODE TABLE의 작성

식감은 의식과 식품이라는 외부세계와의 접촉에의한 정보의 전달과정으로 이해 할 때 정보의 전달기작에에 부합한 parameter와 factor들을 감안하여 다음과 같은 표를 작성한다.

1) BAR-CODE 생성표의 구조

a. Objective parameters

Food material : Cultivars / cultivation

Harvest / Post harvest treatment

Physical / Chemical properties

Processing : Processing Technology / Ingredient Composition

Processing procedure

Process control

Storage / Packaging

b. Subjective Parameters

sex, age, health

5 sensory : eye, ear, nose, tongue, skin

6 th conscious : Education / knowledge / Experience

Processing experience and training

7 th conscious :

Eating history : Age of first eating / Frequency of eating

Duration / Family food history /

Faith / religion / culture /personality

Talent (music, painting)

8 th conscious : Parents food life / eating while pregnant

2) 식품의 BAR-CODE TABL의 내용과 배열

식품의 종류와 식사방법에 따라 행동pattern이 다를 수 있으므로 내용과 배열 순서를 별도로 설정할 필요가 있다. 한편 의식에 관계되는 pattern 들은 그 영향 계수값(intensity factor)을 설정해 주어야 한다. 밥의 관능검사의 경우 20 여개의 objective 요소와, 20 여개의 subjective (conscious) 요소들로 구성하였다.

참 고 문 헌

- Anacker, S. 1984. *Seven works of Vasbandhu. Motilal Banarsidass*, Deli, India.
- Anderson, N. 1974. *Algebraic models in perception*, Handbook of Perception. Academic, New York, pp. 215-298.
- Birnbaum, M.H. 1982. *Problems with so called direct scaling*. In H.T. E.C.
- Chun, J.K. 1999. *Automation of Kimchi Fermentation based on Pattern analysis*. Food Engineering Progress, 3(1), 181-185.
- Chun, J.K. and J.Y. Jun. 2000. *Design of Simplified Food Process Controller based on One Chip Microcontroller*, Food Engineering Progress, 4(1) 14-18.
- Ennis, D. 1998. *Foundation of Sensory Science and a Vision for the future*. Food Technology, 52(7), 78-84.
- Fechner, G.T. 1966. (Translation, Orig. 1860). *Element of Psychophysics*. E.H. Adler Trans. Holt, Rinehart and Winstone, New York.
- Goenka, S.N. 1987. S. XXXVI(II), I, 7, Pathana Gelanna, Sutta
- Kreyszic, E. 1979. *Advanced Engineering Mathematics 4th Edn P468*, John Wiley and Son.
- 김혜영, 이미경, 장경아, 김광욱. 1995. 소시지 텍스처 프로파일 수행을 위한 용어와 표준척도 개발. 한국식품과학회지, 27(1), 1-5.
- Lawless, H.T. and H. Heymann. 1998. *Sensory Evaluation of Food*, Chapman & Hall, New York.
- Lodish, H., A. Berk, S.L. Zipursky, P. Matsudaira, D. Baltimore and J. Darnell. 2000. Chapter 21, *Nerve Cell*. In *Molecular Cell Biology*4th edn. Freeman and Company,

New York.

- McCulloch, W.S and W. Pitts. 1943. *A logical calculus of the ideas imminetin nervous activity*, Bulletin of Mathematical Biophysics 5:115.
- Meilgaard, M., G.V. Civill and B.T. Carr. 1999. *Sensory Evaluation Techniques* 3rd Edn, CRC Press,
- Mittal, G.S. 1997. Chapter 5. *Neuro-fuzzy Thechnolgy for Computerized Automation*. In *Computerized Control System in the Food Industry*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Nelson, M.M and W.T. Illingworth. 1991. *A practical guide to Neural Net*, Addison-Wesley Pub. Co.
- Poulton, E.C. 1989. *Bias in Quantifying Judgements*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- 배영민, 조성인, 전재근. 1996. 근적외선 분광분석법에 의한 감자칩의 지방함량측정, 한국식품과학회지, 28(5), 916-921.
- Sagara, Y. and et al. 2000. 食耆好感性評價 modeling을 위한 腦波測定法の開發, 日本食品工學會 1次 發表會抄録集, p 151, 東京, 日本.
- Schutz, H.G. 1998. Evolution of Sensory Science Discipline, *Food Technology*, 52(8), 42.
- Stevens, S.S and E.H. Galander. 1957. *Ratio scales and catagory scales for a dozen perceptional continua*. *J. of Experoimental psychology*, 54, 377-411.
- Stevens, S.S. 1957. On the psychophysiological law. *Physiological review*, 64, 155-181
- Zurada, J.M. 1992. *Introduction to Artificaial Neural System*, West Publishing, St. Paul, Minnesota.