

가전제품용 센서의 인텔리전트화

가전제품은 최근 수년 사이에 급격한 사회정세의 변화와 더불어 소비자의식에 대폭적인 변혁을 가져온 가운데 적절한 가격의 납득이 가는 진짜상품이 요구되는 추세이다.

한편 가전제품에서의 센서(Sensor)기술은, 참으로 성능쇄신의 요소기술을 담당하는 중요한 기술로 센서 그 자체의 고도화·다양화에 더하여 마이크로 프로세서를 주체로 하는 지적인 신호처리에 의한 기능과 성능의 향상이 눈부신 바 있으며, 이 두 수레바퀴에 의하여 가전제품용 센서의 인텔리전트시스템이 구성되고 있다.

본고에서는 후자의 신호처리에 의한 인텔리전트화 기술을 지적제어 처리로 간주하여, 센싱기술에서의 지적제어처리의 자리매김과 구체적인 가전제품에서의 응용 예로서 세탁기에 지적제어처리를 탑재하여 기능 향상을 도모한 개발사례를 중심으로 그 개요를 소개한다.

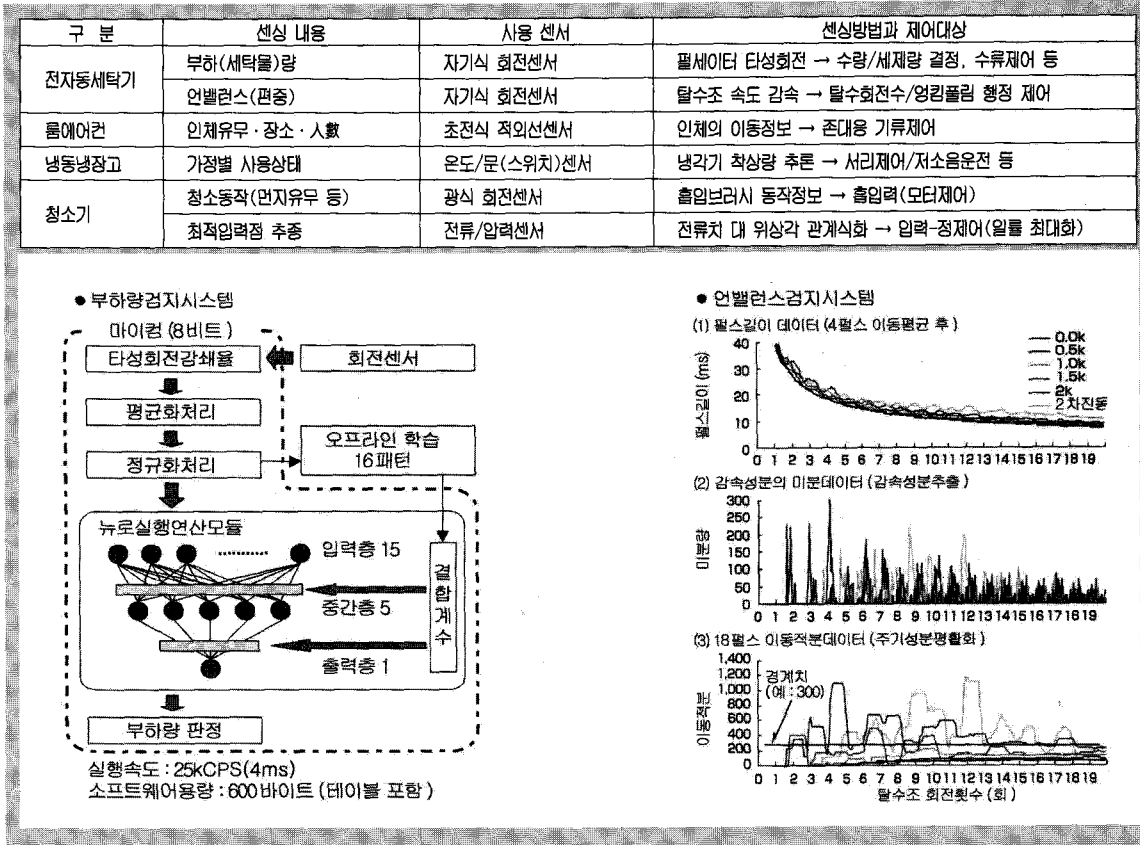
최근의 개발사례로서 세탁기, 에어컨, 냉장고, 청소기 등에 퍼지제어나 뉴럴네트워크, 또한 비선형(非線形)처리 등의 응용 예를 표로서 나타내었다. 특히 세탁기에서는 모터의 회전수를 검출하는 회전센서출력의 처리에 의해 다음의 두 가지 센싱시스템을 개발하였다.

- (1) 부하량 검지 시스템
무단계 부하량 검출을 실현하여 검출오차를 약 1/3로 저감시킴과 동시에 에너지 절약(물·세제·시간)을 도모한다.
- (2) 언밸런스 검지 시스템
속도감속 성분량 추출에 의한 검출정도(檢出精度) 향상과 현행센서 삭제에 의한 코스트 저감을 이룬다.

1. 머리말

가전제품은 최근 수년 사이에 급격한 사회정세의 변화와 더불어 소비자의식에 대폭적인 변혁을 가져온 가운데, 적절한 가격이 책정된 진짜상품이 요구되고 있다. 즉 기기의 저코스트화, 저소음화, 에너지절약제품화, 그리고 쾌적성과 조작성 향상 등의 성능을 쇄신할 요소기술의 개발이 필수적이 되었다.

한편 센서기술은 바로 성능쇄신의 요소기술을 담당하는 중요기술로, 새로운 재료에 의한 센서나 마이크로머시닝 기술, 집적화기술의 발전에 따른 반도체화 등, 고도화·다양화가 현저하다. 또 이들 센서정보를 처리하는 일렉트로닉스 기술로서 마이크로 프로세서를 주체로 하는 신호처리와 지적제어(지능화) 처리라고 하는 정보처리에 의한 기능 및 성능 향상이 현저하며, 이 두 수레바퀴에 의해서 센싱시스템이 발전하고 있다.



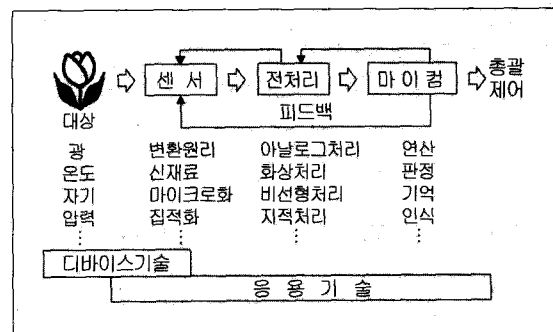
〈세탁기를 예로 한 인텔리전트화〉

회전수 제어에 필요한 기설의 회전센서를 사용하고, 출력을 뉴럴네트워크 등을 응용하여 지적처리함으로써, 고정도의 부하량 감지시스템과 언밸런스 감지시스템을 실현하였다. 이렇게 하여 에너지 절약, 저코스트의 전자동세탁기를 제공한다.

본고에서는 센싱기술에서의 지적제어처리에 대한 평가와 그 개요를 기술하고, 구체적인 가전품에의 응용 예로서 세탁기에 지적제어처리를 탑재하여 기능 향상을 도모한 최근의 개발사례의 개요에 대하여 소개한다.

2. 센싱技術의 構成

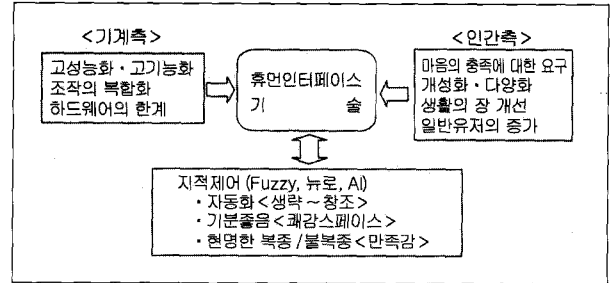
그림 1에 센싱기술의 구성개념을 나타내었다. 센싱기술은 개개의 센서(Sensor)요소 그 자체에 관계되는 디바이스기술과 실제의 니즈에 대하여 어떠한 원리하에 어떤



〈그림 1〉 센싱기술의 구성개념

센서를 이용하여 어떻게 처리를 할 것인가를 검토하여 실용화해가는 응용기술로 구성되어 있다. 정말로 센싱분야에 있어서는 니즈에 대하여 다양한 어프로치가 필요함을 의미하고 있다.

지적처리는 응용기술의 전처리부(前處理部)로 평가되고 있는데 가전제품인 경우, 전처리부는 규모나 코스트 관계로 마이컴내에서 처리되는 것이 일반적이다.



<그림 2> 가전제품 지적제어의 위치

3. 知的制御處理의 역할

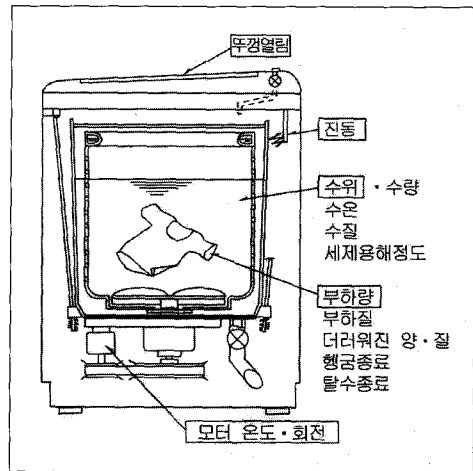
그림 2는 사회환경과 라이프스타일의 변화를 기계(기기)측과 그것을 사용하는 인간측에서 본 관계를 나타내고 있다. 여기서는 사람과 기계와의 협의(狹意)의 인터페이스, 또한 사람과 생활장면이나 환경을 연결하는 광의의 인터페이스 기술이 중요하며, 이것을 지탱하는 주요기술의 하나로서 지적제어기술을 들고 있다. 지적제어기술은 기본기능의 충실, 쾌적성, 에너지절약의 축진은 물론, 기계가 보다 인간에 가까운 기능을 대항할 수 있는 기술로서 또 센싱기술과 관련하여서는 인간의 5감(感) 플러스 두뇌의 대항을 목적으로 하는 종합 시스템기술로서 앞으로도 크게 기대되고 있다.

4. 세탁기의 知的制御處理

가. 센서種類 개요

그림 3에 전자동세탁기에 사용되어 왔던 센서종류를 니즈별로 표시하였다. 현재까지 여러 가지 센서가 개발되어 실용화되고 있는데, 예를 들면 수위·수량검지를 목적으로 하는 경우의 수도압(水頭壓)을 검출하는 압력센서와 질량에 의한 미소변위량을 검출하는 변위센서(홀소자), 또 부하량에 그치지 않고 더러워진 양(量)과 더럽혀진 질(質)까지도 식별하여 세탁공정에 피드백하는 등 소구(訴求)내용도 가지가지이다. 그러나 앞에서 기술한 '적

절한 가격으로 진짜상품을 요구하는 가운데, 기술개발의 템포가 빠른 것이 센서이며 단명으로 그치는 센서도 적지 않다. 세탁기에서는 기본기능 및 안전성을 만족시키기 위하여 최소한으로 필요한 센서로서 남아 있는 것은 그림 중 □로 표시한 센서이다.



<그림 3> 전자동세탁기의 센서종류

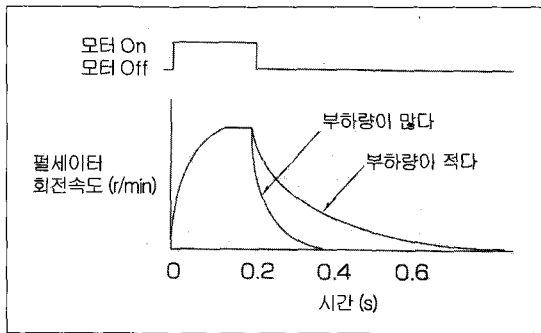
나. 負荷量檢知시스템

전자동세탁기에서는 투입된 세탁물의 양에 따라 수위, 세제량, 세탁공정을 결정하고 있으며, 세정성(洗淨性)·행균성(性)을 향상시키면서 천이 상하는 것을 줄이고 또한 절수를 도모하고자 하는 요구에 응하기 위하여, 단지

간에 고정도(高精度)의 부하량검지가 요구되고 있다. 여기서는 1995년 발매된 MAW-J시리즈 이후에 실용화한 부하량검지 방식에 대하여 기술한다.

(1) 개요

그림 4에 투입부하량과 펄세이터(Pulsator) 타성(惰性)회전속도의 관계를 나타내었다. 펄세이터 간헐(間歇)운전시의 회전속도 시계열(時系列)변화는 모터 On 후에 정상회전수까지 올라가고 모터 Off 후에 감쇠한다고 하는 패턴을 나타내고 있다. 이 패턴의 변화는 모터 On 후보다도 모터 Off 후의 쪽이 부하량과의 상관관계가 커, 이 속도변화를 자기식(磁氣式) 회전센서로 검출한다.



〈그림 4〉 투입부하량과 펄세이터 타성회전

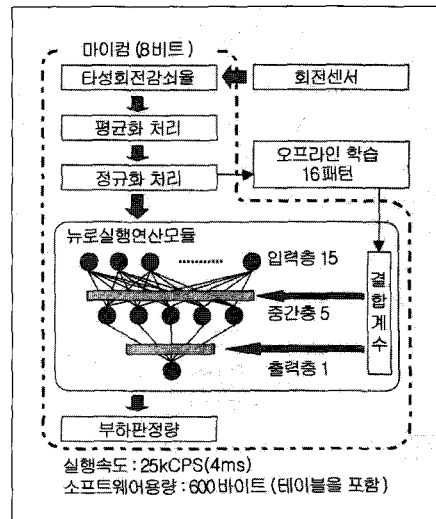
모터 Off 후의 펄세이터 타성회전속도의 감쇠는 주로 펄세이터와 의류의 마찰에 의해 생기기 때문에, 부하량이 적으면 마찰이 적어져서 타성회전 감쇠는 완만해지고 부하량이 많으면 마찰이 커져서 감쇠는 급속히 높아지게 된다. 기존제품에서는 이 타성회전의 감쇠특성을 일정시간까지의 회전각도로 취하여 복수의 경계치에 의하여 단계적으로 판단하고 있었으나 경계치 근방에서의 판정오차가 컸었다.

(2) 뉴럴 네트워크 處理

뉴럴 네트워크란 생물의 정보처리 메커니즘을 공학적

으로 모방한 것으로, 입력데이터와 교사(教師)데이터(정답)를 주어, 학습시킴으로써 입력에 대하여 적절한 출력을 내는 자기조직화 기능을 갖춘 변환기이다.

그림 5에 뉴럴 네트워크에 의한 부하량 검지의 블록도를 표시하였다. 우선 펄세이터 타성회전의 감쇠율을 시계열(時系列)데이터로서 3회 채취하여 '들쭉날쭉'의 보정을 위한 평균화 처리를 하여 뉴럴 네트워크가 취급가능한 값으로 정규화처리를 한다. 이와 같이 전(前)처리를 한 감쇠특성을 입력데이터로 하고 투입부하량을 교사데이터로 하여 뉴럴 네트워크에 주어 워크스테이션에 의하여 오프라인 학습을 시켰다.



〈그림 5〉 부하량 검지블록도

학습 종료후 생성된 뉴론간의 결합계수는 뉴로 실행연산(實效演算) 모듈내에 테이블화하였다. 실제 검출시에는 센서출력에 전기한 것과 같은 전처리를 한 후에 이 뉴로 실행연산모듈에 데이터를 주면 온라인계산에 의해 부하량을 산출하여 출력한다.

또한 학습용데이터는 16패턴(부하량을 0~5kg까지 0.3kg 간격으로 새김), 학습방식은 백 프로퍼케이션으로

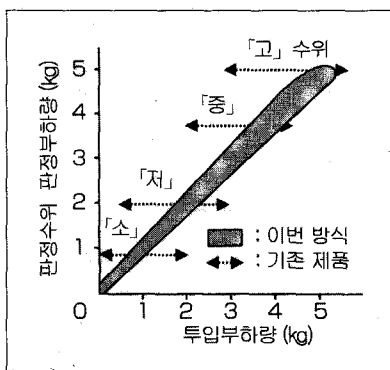
하였다. 또 네트워크 구조는 3층계층형으로 하고 각층의 뉴런수는 각각 입력층 15, 중간층 5, 출력층 1로 하였다.

(3) 효 과

뉴럴 네트워크는 ① 비선형(非線形)인 입출력문제에 적합하다 ② 학습시킨 감쇠특성에서 조금 벗어난 값이 입력되어도 결과를 보완출력하는 범화(汎化)능력이 있는 등의 장점이 있어 부하량 검지의 감쇠특성 처리에 적합하다.

이런 장점으로 아래와 같은 효과를 얻을 수 있었다.

- (가) 검지시간 약 2초로 무단계 부하량 검출(업계에서 처음)을 실현하고 검출오차를 약 1/3로 저감(그림 6 참조).



<그림 6> 투입부하량과 판정부하량

- (나) 검출정도 향상과 리니어급수에 의한 10% 절수와 이에 의한 사용세제량 10% 절약을 실현
 - (다) 뉴로의 사용으로 설계변경에도 용이하게 대응할 수 있는 범용성과 개발시간의 단축을 실현
- 또한 MAW-J 시리즈는 다른 특징과 함께 '96년도의 '雀에너지 밴가드 21'을 수상하였다.

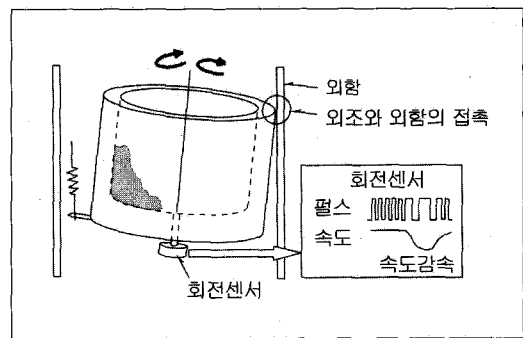
다. 언밸런스 검지시스템

(1) 개 요

탈수시에 부하의 편중 등으로 인하여 발생하는 이상진동의 검출에 필요한 센서로, 현재는 뚜껑의 개폐를 검출하는 스위치와 검용하는 기계식 레버스위치를 외함내 모통이쪽에 1개소 설치하여 외조(外槽)에 부딪치는 충격으로 레버가 동작하는 구성으로 되어 있다. 이 구성은 전자동세탁기가 처음 나왔을 때부터 보편적으로 사용되어 온 방식인데 검출정도와 내구성, 그리고 뚜껑오픈 스위치와의 검용에 의한 오동작 등의 문제점이 있었다.

이 방식은 언밸런스회전 발생시에 탈수조 1회전에 동기(同期)된 속도변동(맥동, 脈動)과 외조가 외함에 접촉하였을 때 발생하는 속도변동(감속)량이 언밸런스량과 상관이 있음을 발견하여, 이 특성을 사용하여 앞절에서 기술한 기설의 회전센서에 의하여 속도감속(펄스長變化)량을 알아내 처리알고리즘을 고안하여 정도가 높은 센싱을 실현하였다.

이에 대하여 그림 7에 외조(外槽)와 외함(外函)의 접촉검지 개념에 관하여 표시하였다.

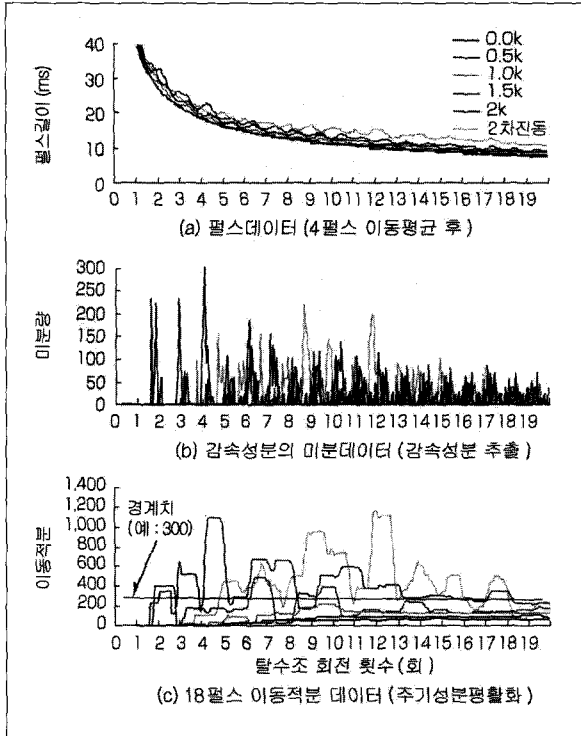


<그림 7> 검출원리개념도

(2) 처리알고리즘

그림 8에 나타낸 파형처리(波形處理) 예에 따라 검출에 대한 개요를 표시하였다.

- 펄스장(長)데이터 취득: 분해능 1.6μs로 예지 검출
- 4펄스 이동 평균처리: 센서착자(着磁)의 들쭉날쭉의



〈그림 8〉 파형처리의 흐름

평활화

- 감속성분만 미분(차분)처리: 감속성분의 추출
- 18펄스 이동 적분처리: 주기성분 평활화에 따른 특징 추출
- 판정처리 : 크리스프치(値) 또는 연속치

이것들에 더하여 회전센서의 착자 빠짐이나 고속회전시에 발생하는 이상진동에도 대응가능한 알고리즘을 탑재하였다.

(3) 효과

이들의 구성에 의하여 다음과 같은 고정도 검출을 얻을 수가 있어 에너지절약(시간·물 절약)과 안전성 향상을 기할 수 있다.

- (가) 감속성분량 검출에 더하여 외함 4면에서의 검출로 검출정도가 대폭 향상되어, 언밸런스량 1.0kg

- 를 초과하여 발생하는 외함접촉을 확실하게 검출
- (나) 외조 접촉시의 감속량에 더하여 비접촉시의 변동량(맥동량, 脈動量)으로부터도 언밸런스량을 검출가능
- (다) 기설센서를 사용하여 현행 레버스위치를 삭제할 수 있기 때문에 대폭적인 코스트퍼포먼스를 실현

5. 맺음말

가전제품에 있어서의 센싱기술과 지적제어 처리기술의 관련정도와 응용례를 세탁기를 중심으로 기술하였다. 가전제품에서는 비교적 간단한 원리에 의한 고신뢰도로 특히 저코스트의 센서를 사용하여 그 출력을 목적에 따라 어떻게 처리하는가가 중요한 포인트이다.

따라서 차후 가전제품에 대한 센서는 고감도·고성능의 센서소자의 개발도 필요하지만 다양한 센서정보를 통합적으로 처리하는 보다 더한 인텔리전트 센서시스템의 전개가 요망된다.

나아가 인간과 기계를 잇는 지적인 인터페이스를 실현시키기 위해서는 인간의 의지나 감각을 검출하는 센서와 인간을 대신하여 기계의 상태를 검출하는 센서가 필요하게 된다. 이와 같은 장래의 센서는 앞으로 가전제품을 개발해 나가는데 키 테크놀로지가 될 것이며 지적제어기술을 포함하는 각종의 인텔리전트 센서로서 개발되어 나갈 것이다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.