

퍼지 알고리즘을 이용한 오류 검출 및 진단에 관한 연구

유병삼*, 신두진*, 허옥열*, 김진환**
 인하대학교 전기공학과*, 두원공과대학 컴퓨터 응용제어학과**

A Study on Error Detection and Diagnosis using Fuzzy Algorithm

Byung-Sam Yu*, Doo-Jin Shin*, Uk-Youl Huh*, Jin-Hwan Kim**
 Dept. of Electrical Engineering Inha University*, Doowon Technical College**

Abstract - In this paper, we use a fuzzy algorithm to detect and diagnose the error which is caused by time delay of the computer-controlled system.

Generally, a computer-controlled system is composed of computer and process. And they communicate the data each other. In data communication, error occurs by some reasons, such as noise, disturbance, hardware defect, etc. Time delay is one of the reasons. And time delay makes it difficult to distinguish whether the system really has a problem or not. Therefore, we need to detect and diagnose the error from time delay. For difficulty of modeling and ambiguity of classification, we use a fuzzy algorithm.

To verify the better performance of the proposed algorithm, we exemplified by some simulation results.

제로 시스템에 오류가 발생하여 생기는 것인지 아니면 단순한 시간 지연인지를 판단하는 퍼지 알고리즘을 제안한다. 또한 모의 실험을 통하여 제안하는 알고리즘의 오류 검출과 진단에 대한 향상된 성능을 검증한다.

2. 본 론

2.1 오류 검출 및 진단

그림 1은 컴퓨터 제어 시스템의 기본적인 흐름도를 나타낸 것이다.

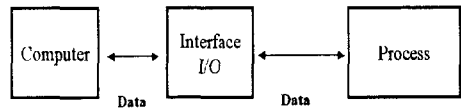


그림 1. 컴퓨터 제어 시스템의 기본적인 흐름도

1. 서 론

현대 산업에 있어서 가격이 낮고 고성능의 장점을 지니고 있는 마이크로 프로세서와 컴퓨터의 개발 및 보급으로 인해 여러 제어 응용 분야는 많은 발전을 이루어 왔다. 더욱이 데이터를 고속으로 처리할 수 있는 능력으로 많은 분야에서 디지털 방식의 산업 자동화가 이루어지고 있다. 이러한 변화는 디지털 데이터 전송이나 정보 저장에 있어서 보다 효율적이고 신뢰성 있는 정보의 송수신을 요구하고 있다. 실제로 컴퓨터를 통해 데이터를 취득하고 시스템을 제어하는 컴퓨터 제어 시스템이 독자적인 연구 분야가 될 정도로 성장하였다[1]. 또한 컴퓨터 제어 시스템이 대규모화되고 고속화됨에 따라 데이터의 신뢰성을 높이기 위해 전송로 상의 잡음으로 인하여 발생하는 오류를 데이터 통신 시스템에서는 ARQ (Automatic Repeat reQuest)나 FEC (Forward Error Correction) 기법으로 제어하고 있다[2]. 그런데, 실제로 컴퓨터를 이용하여 데이터를 얻고 시스템을 제어하는 컴퓨터 제어 시스템에서는 시간 지연의 문제가 발생하게 된다. 이러한 시간 지연은 시스템의 정확한 상태를 추정하거나 정밀한 제어를 요구하는 시스템에서는 고려되어야 할 요소이다. 따라서 컴퓨터 제어 시스템에서 나타나는 시간 지연으로 생기는 오류를 검출하고 발생한 오류가 실제로 시스템에 오류가 나타난 것인지 아니면 단순한 시간 지연의 문제인지를 진단하는 것이 필요하다.

본 논문은 컴퓨터 제어 시스템에 나타나는 시간 지연으로 인한 오류의 검출 및 진단에 관한 것이다. 대상 시스템에서 나오는 신호들을 받아 컴퓨터로 구현된 시뮬레이터에서 시스템의 상태를 판단하는 경우 실제 대상 시스템의 상태와 시뮬레이터 상의 시스템 상태 사이에는 시간 지연이 발생한다. 그러므로 이러한 시간 지연이 실

디지털 데이터의 오류 발생 원인에는 각종 기기의 오동작, 통신 회선 상에서 발생하는 잡음 및 순간적인 단절 등 외부에 의한 원인이 있으며, 사람의 조작 잘못으로 인한 오류도 상당히 큰 오류율을 차지한다. 오류의 발생은 정보가 발생하는 정보원, 데이터를 전송에 알맞게 변환하는 모뎀 등의 장치, 통신 제어 장치, 전송 회선, 데이터를 처리하는 장치 등 통신 시스템의 어디에서도 발생할 수 있다. 데이터의 오류는 하드웨어 소자의 결함이나 기능상의 오류에 의해서도 발생된다[3]. 컴퓨터는 대상 시스템의 상태가 정상인지 비정상인지를 알기 위해 프로세서 동작을 검사하여야 하는데 이때 관심이 되는 오류는 대상 시스템에서 컴퓨터로 데이터를 전송할 때 데이터에 이상 신호에 의한 데이터의 변화에 의한 오류와 대상 시스템에서 데이터를 얻는데 있어서 컴퓨터가 가지는 운영체제의 특성으로 인한 시간 지연에 의하여 데이터 값이 실제로는 올바른 값이라도 컴퓨터에서는 잘못된 데이터로 받아들일 수도 있다. 그러므로 이러한 시간 지연에 대하여 실제로 시스템이 정상인지 아닌지를 진단할 수 있는 알고리즘을 필요로 한다. 또한 궁극적으로는 시간 지연을 줄임으로써 보다 신뢰할 수 있는 시스템을 구현하도록 한다. 본 논문에서는 이러한 시간 지연을 가지고 대상 시스템의 상태를 판단하는 퍼지 알고리즘을 제안한다.

2.2 퍼지 알고리즘

1960년대 중반에 처음으로 발표된 퍼지 집합이론은 일반적으로 프로세스의 정확한 모델을 구하기 어려운 프로세스에 매우 유용한 이론으로 알려져 있다[4]. 퍼지 제어는 인간의 판단 같은 애매성을 포함하는 제어 알고리즘을 IF - THEN 형식으로 표현하여 퍼지 추론을 행하여 컴퓨터로 실행시킨 것이다. 그러므로 퍼지 제어는

인간의 지능과 경험자의 지식을 제어 시스템에 부여함으로써 비모델 특성, 비선형성 등을 가지는 시스템에 적합하며 일반적인 제어에 비해 시스템의 파라미터 변동이나 잡음에 대해 강인하고 시스템 성능에 영향을 미치는 외란에도 대응할 수 있다(5).

본 논문의 대상 시스템인 세탁기와 시뮬레이터 사이의 시간 지연에 대한 기본적인 규칙을 구성하기 위한 예를 살펴보면 다음과 같다.

예① : 만약 이전의 시간 지연 D_P 가 Small이고 현재의 시간 지연 D_N 이 Medium이라면, 시간 지연의 차이 ΔD 는 Positive Small이다.

Rule 1: If $D_P = \text{Small}$ and $D_N = \text{Medium}$, then $\Delta D = \text{Positive Small}$.

예② : 만약 이전의 시간 지연 D_P 가 Large이고 현재의 시간 지연 D_N 이 Small이라면, 시간 지연의 차이 ΔD 는 Negative Large이다.

Rule 2: If $D_P = \text{Large}$ and $D_N = \text{Small}$, then $\Delta D = \text{Negative Large}$.

예③ : 만약 현재의 시간 지연 D_N 이 Medium이고 시간 지연의 차이 ΔD 가 Zero라면, 세탁기의 상태 S_W 는 Normal이다.

Rule 3: If $D_N = \text{Medium}$ and $\Delta D = \text{Zero}$, then $S_W = \text{Normal}$.

예④ : 만약 현재의 시간 지연 D_N 이 Small이고 시간 지연의 차이 ΔD 가 Negative Small이라면, 세탁기의 상태 S_W 는 Inside of Boundary이다.

Rule 4: If $D_N = \text{Small}$ and $\Delta D = \text{Negative Small}$, then $S_W = \text{Inside of Boundary}$.

이러한 경우들을 확장하여 구성한 전체 규칙기반을 표 1과 표 2에 나타내었다.

표 1. 시간 지연 차이의 규칙 기반

ΔD		D_N				
		VS	S	M	L	VL
D_P	VS	Z	PS	PL	PL	PL
	S	NS	Z	PS	PL	PL
	M	NL	NS	Z	PS	PL
	L	NL	NL	NS	Z	PS
	VL	NL	NL	NL	NS	Z

표 2. 세탁기 상태의 규칙 기반

S_W		ΔD				
		NL	NS	Z	PS	PL
D_N	VS	OB	IB	OB	E	E
	S	OB	IB	N	IB	IB
	M	IB	IB	N	IB	IB
	L	IB	IB	N	IB	OB
	VL	E	E	OB	IB	OB

표 2에서 S_W 가 Normal이라는 것은 세탁기의 상태가 정상 상태임을 나타낸다. 현재의 시간 지연이 Small이거나 Large이더라도 시간 지연의 차이가 Zero라면 정상 상태로 판정하여 계속 세탁기의 행정을 수행하도록 한다. 이러한 경우는 컴퓨터 시스템의 성능이 향상되어 시간 지연이 줄어들었거나 또는 세탁기가 아닌 컴퓨터에 다른 부하나 작업등의 요인으로 시간 지연이 늘었을 경우로 생각할 수 있다. S_W 가 경계조건 안에 있다는 것은 비록 시간 지연의 차이가 Zero가 아니더라도 허용된 경계조건 안에서 시간 지연이 변화하므로 계속 세탁기의 행정을 수행하게 한다. 그러나 S_W 가 경계조건 밖에 있거나 Error라는 것은 허용된 경계조건을 벗어난 상태이므로 세탁기에 이상이 생긴 것으로 진단할 수 있게 된다.

세탁기의 상태가 허용된 경계조건 안에 있다 하더라도 이는 가장 바람직한 상태인 정상 상태보다는 불안정한 상태이다. 그러므로 불가피한 상태가 아니라면 세탁기의 상태를 정상 상태로 유지하도록 하는 것이 필요하다. 세탁기의 상태를 정상 상태로 유지할 수만 있다면 궁극의 목표인 시간 지연을 최소로 줄이는 것이 가능할 것이다. 세탁기의 상태를 정상 상태로 유지한다는 것은 시간 지연의 차이 ΔD 를 Zero로 두는 것이라 할 수 있다. 그러므로 다음 식과 같이 ΔD 에 결정 상수를 첨가하여 ΔD 를 Zero 상태로 유지할 수 있도록 한다.

$$\Delta D = D_N - D_P + \delta$$

여기서, δ 는 ΔD 에 따라 결정되는 상수이다.

2.3 시스템의 구성

그림 2는 본 논문의 대상 시스템의 전체 시스템 구성을 나타낸 것이다. 제어 대상인 세탁기와 컴퓨터로 구현된 시뮬레이터, 그리고 세탁기와 컴퓨터간의 데이터 인터페이스를 위한 ISA 카드로 이루어져 있다.

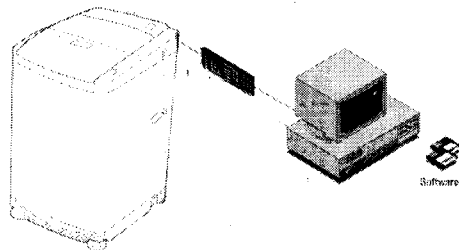


그림 2. 전체 시스템 구성도

그림 3은 실제로 컴퓨터로 구현된 세탁기 시뮬레이터의 화면이다. 시뮬레이터 화면에는 사용자가 선택할 수 있는 세탁기의 모든 동작에 관한 데이터를 세탁기로 보낼 수 있는 기능을 하는 버튼들과 세탁기가 동작할 때 발생하는 모든 신호를 체크하고 그 정보를 디스플레이 해준다.

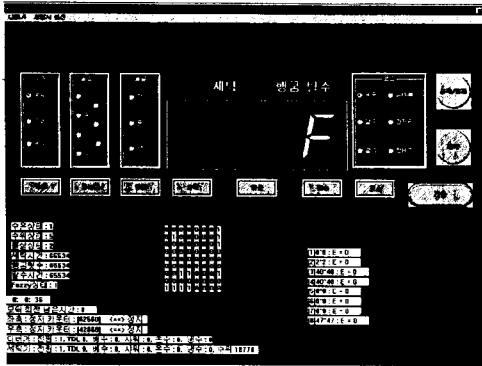
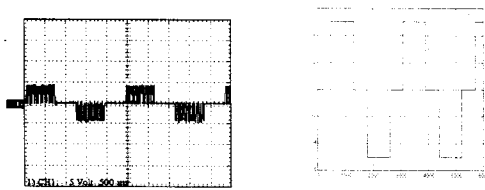


그림 3. 세탁기 시뮬레이터 화면

2.4 모의 실험

본 논문의 대상 시스템인 세탁기의 모델명은 WF-V10S이고 시뮬레이터를 구현한 컴퓨터의 Spec.은 중앙처리장치가 P-II 300이고 메모리는 64M이다.

그림 4의 (a)는 실제 세탁기에서 나오는 모터 신호의 파형을 나타낸 것이고, (b)는 모의 실험에서 사용한 세탁기의 모터 신호이다.



(a) 실제 세탁기의 모터 신호 (b) 모의 실험의 세탁기 모터 신호
그림 4. 세탁기의 모터 신호

그림 4에서 알 수 있듯이 세탁기의 모터 신호는 5[V]의 구동 신호가 펄스 형태로 480[ms]동안 발생하고 정역 주기는 1.3초이다.

그림 5는 제안하는 알고리즘을 사용하지 않았을 경우의 세탁기의 모터 신호와 시뮬레이터의 모터 신호를 비교한 그림이다.

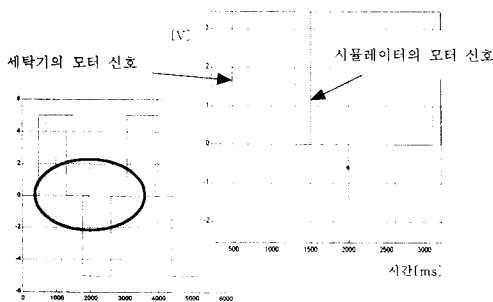


그림 5. 세탁기의 모터신호와 시뮬레이터의 모터 신호 비교
(제안하는 알고리즘을 사용하지 않았을 경우)

그림에서 알 수 있듯이 제안하는 알고리즘을 사용하지 않았을 경우에는 세탁기의 모터 신호보다 시뮬레이터의 모터 신호가 시간 지연을 가지고 있으며 발생하는 시간 지연도 일정하지 않은 것을 볼 수 있다.

그림 6은 제안하는 알고리즘을 사용하였을 경우의 세탁기의 모터 신호와 시뮬레이터의 모터 신호를 비교한 것이다.

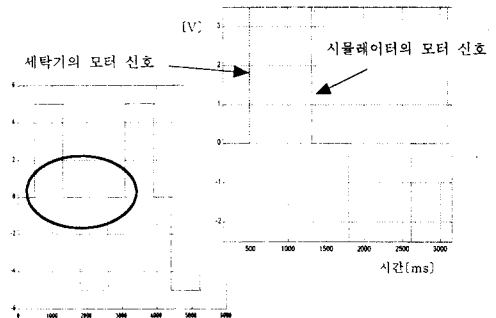


그림 6. 세탁기의 모터신호와 시뮬레이터의 모터 신호 비교
(제안하는 알고리즘을 사용하였을 경우)

그림 5와 그림 6을 비교해서 보면 제안하는 알고리즘을 사용하였을 경우가 훨씬 시간 지연이 줄어들고 또한 발생하는 시간 지연도 보다 일정해지는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문은 퍼지 알고리즘을 이용하여 시간 지연으로 인하여 발생하는 오류의 검출과 진단에 관한 것으로 제안하는 퍼지 알고리즘을 사용하였을 경우가 사용하지 않았을 경우보다 시간 지연에 대한 시뮬레이터의 성능이 향상됨을 모의 실험을 통하여 보였다. 향후 과제로는 실제 실험을 통해서 제안하는 퍼지 알고리즘의 시간 지연에 대한 성능 고찰이 필요하다.

(참 고 문 헌)

- [1] 최성규, 홍일선, 권오규, "이중 프로세서를 이용한 고장허용 제어기의 설계 및 실험", 한국 자동 제어 학술 회의 논문집, pp. 239-243, 1993
- [2] B.W. Johnson, "Design and Analysis of Fault Tolerant Digital Systems", Addison wesley publishing company, pp.1-2, pp.24-30, 1989
- [3] 조용석, 이만영, "(255, 223) RS 부호의 직렬부호기", 한국 통신학회 논문집 제13권 제5호, pp. 429-436, 1988.
- [4] Sungchul Jee, "Fuzzy Logic Controls for CNC Machine Tools", A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the University of Michigan, pp.101-111
- [5] Kevin M. Passino, Stephen Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, 1998.