

만의 유지준설 및 개발준설과정에서 해양투기가 불가피한 준설토에 대해 토질 특성과 주변해역 및 대양투기장 부근의 해황을 감안하여 사전에 최적의 해양 투기장을 지정하고 투기된 준설토에 대한 장기 모니터링을 수행할 필요가 있다. (2) 제한투기시설에서 배출되는 여수와 이에 포함되어 유실되는 물질의 거동해석에서 근역의 범위는 제한투기시설의 여수토의 설계조건과 배출 운영방식에 따라 결정되었다. 즉, 근역의 최소범위는 하류측으로 14m, 횡방향으로 5m, 최대 범위는 하류측으로 750m, 횡방향으로 250m로 배출조건 및 배출시점에서 여수토 부근의 특성에 따라 현저하게 다르게 나타났다. 또한 여수의 궤적 중심선 상에서 배출물질의 회석도는 1.1~8.7로 근역의 범위에 비례하여 다양하게 나타났다. 여수토의 규모와 위치 및 배출 시점과 같은 제한투기시설의 운영방식에 따라 장기확산특성에 큰 차이를 나타냈으며, 모델을 적용한 목포항의 경우 내항과 같은 특정수역에 잔류하는 물질의 농도 및 확산범위는 특히 5조석주기 이내에 현저하게 차이를 나타냈다. 따라서 이러한 근역 및 장기거동해석결과는 제한투기시설의 설계조건뿐만 아니라 오타방지막의 설치 방식 및 설치 범위 산정에도 고려되어야 할 것이다. (3) 투기 준설토의 거동을 예측하고 저감방안을 모색하기 위해서는 준설작업에 의한 수심변화, 제한투기시설의 축조에 의한 수역면적의 변화와 배출되는 여수자체가 유동변화에 미치는 영향을 수치모델 또는 수리모형실험에 의해 사전에 파악해야 할 것이다. (4) 준설작업의 계획단계부터 퇴적물질 특성, 투입되는 장비의 작업특성, 투기물질 또는 여수의 초기거동 및 장기확산과정까지 상호연관성을 고려한 체계적인 분석과 대안이 고려되어야 준설작업이 환경에 미치는 악영향을 최소화 할 수 있으며 또한 준설작업의 효율성을 높일 수 있을 것이다.

항만의 개발 및 운영과정에 필수적으로 수반되는 준설작업에서 발생하는 준설토의 최적 처리 방법을 선정하고 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 방안을 모색한다고 하더라도 결국에는 퇴적물의 공간적 이동과 이에 수반되는 영향을 배제할 수 없을 것이다. 이를 최소화하기 위해서는 본 연구와 같은 투기 준설토의 거동해석방법의 개발 및 보완을 위한 데이터의 수집이 요구되며, 나아가서는 준설토 자체 및 준설토에 포함된 물질의 유효 이용에 의한 처리법에 관한 연구가 지속되어야 할 것이다. 또한 제한투기시설에서 배출되는 여수 해석에서 오타방지막 설치와 연계한 실험분석이 행해지면 제한투기시설에 투기되는 준설토 처리법 이외에도 준설 및 매립공사에 기본적인 평가수단을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

8. 실수코딩 유전알고리즘을 이용한 비선형시스템의 모델기반 퍼지제어

제어계측공학과 이 현 식
지도교수 진 강 규

지금까지 산업현장에서 사용되고 있는 대부분의 제어기는 시스템에 대한 사전지식을 기반으로 설계되고, 초기에 설정된 제어기의 파라미터는 운전 중에도 흔히 고정된다. 이러한 고정 파라미터 제어기는 환경변화가 적을 경우에는 만족스러운 성능을 제공하지만, 시스템이 복잡해지고 동작영역이 넓어지면 파라미터 변동, 모델링 오차, 외란과 같은 불확실성을 내포하게 되어

원하는 제어목적을 달성하기가 어렵다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 제어기법들이 제안되어 왔으며, 기준모델 적응제어(Model reference adaptive control : MRAC), 자기동조 제어(Self-tuning control : STC), 자동동조(Auto-tuning)가 대표적인 방법이다. 이들은 전형적인 제어 환경에서 기존의 방법보다 개선된 성능을 보장하지만 그 설계에 있어서 시스템의 불확실성을 배제하는 경향이 있다[1]. 또 다른 접근법으로는 신경회로망, 퍼지이론, 유전알고리즘과 같은 AI(Artificial Intelligence) 기법을 기존의 제어이론과 접목하는 지능제어 기법들이 있다[2-10]. 그 중에서도 퍼지제어는 정확한 수학적 모델링 없이 시스템의 불확실한 정보를 다룰 수 있고, 전문가의 제어지식을 직접 언어규칙으로 표현할 수 있다는 장점 때문에 많은 연구가 수행되고 있다.

특히 Takagi-Sugeno 퍼지모델은 그 결론부가 시스템 동작점 부근의 선형 입출력 관계를 나타내는 선형 다항식으로 표현되어 비선형시스템의 동특성을 근사화할 수 있는 한 도구로 사용되고 있으며 이를 기초로 하는 퍼지제어기의 설계 기법에 관한 많은 문헌도 발표되고 있다[2, 11-15]. 이 때 언어규칙으로 기술되는 퍼지모델은 몇 가지 방법으로 얻을 수 있는데, 전문가의 지식을 이용하는 방법은 주관적이고 직관적인 영향을 많이 받아 효율적인 방법이 못되며, 이를 개선한 구배법에 기초한 최소자승법은 탐색공간이 다봉일 경우에는 지역해 수렴 문제에 봉착한다. 지역해 문제는 유전알고리즘을 사용하면 극복할 수 있다. 특히 연속성, 미분가능성, 단봉성과 같은 탐색공간에 대한 사전지식을 필요로 하지 않는 특성[16, 17] 때문에 선형 연속시간 시스템의 온라인 파라미터 추정과 비선형시스템의 퍼지모델링 등에 적용되어 왔다[12-15, 18, 19]]. 탐색공간이 크고 고정밀도의 해가 요구되는 최적화 환경에서는 기존의 이진코딩 유전알고리즘보다는 실수코딩 유전알고리즘이 효과적이다[20].

또한 Takagi-Sugeno 퍼지모델을 기반으로 제어를 설계하고 구현할 경우에는 모든 상태변수의 피이드백을 필요로 하지만 실제 기술적, 경제적인 이유로 이들을 모두 측정하지 못하는 경우가 많다. 이 때는 직접 측정이 가능한 상태변수로 나머지 상태변수를 추정하기 위해 상태관측기를 설계하는 것이다[21-23]. 일반적으로 선형 상태관측기는 단일 동작점에서 얻어지는 시스템의 선형모델을 사용하지만 시스템의 규모가 커지고 복잡해지면 모델을 얻는 것이 어렵게 된다. 이에 대한 해결책으로서 비선형 관측기가 연구되고 있지만[24, 25], 이 방법 또한 정확한 시스템의 모델을 요구하기 때문에 성능은 모델의 정확성에 의존하게 된다.

본 논문의 최종적인 목적은 앞에서 언급한 퍼지이론, 유전알고리즘과 같은 AI 기법들을 선형 제어이론과 효과적으로 접목하여 비선형시스템을 제어하기 위한 모델기반 퍼지제어기를 체계적으로 설계하는 한 기법을 제안한다. 이를 위해 수행되는 구체적인 방법들은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 이후의 장에서 일어나는 최적화 문제를 해결하는 도구로서 실수코딩 유전알고리즘(Real coded genetic algorithm : RCGA)을 제안한다. RCGA는 특수 유전 연산자로 구현된다.
- 2) 다수의 동작점에서 선형 상미분 방정식 또는 상태공간 방정식으로 표현되는 선형 서브시스템을 얻고 이를 퍼지규칙으로 결합하여 전 동작 범위에서 비선형시스템을 기술할 수 있는 Takagi-Sugeno형태의 퍼지모델을 얻는 기법을 제안한다. 이 때 퍼지모델의 동특성이 실제 시스템의 동특성과 유사하도록 전건부와 결론부의 파라미터는 RCGA를 이용하여 추정된다.
- 3) 퍼지이론과 선형 제어이론을 접목하여 퍼지모델을 기반으로 하는 퍼지제어기의 체계적인 설계 방법을 제안하며 Lyapunov함수를 이용하여 전체시스템에 대한 안정도를 해석한다.

4) 퍼지제어기 구현 시 모든 상태변수들을 계측할 수 없을 때에는 퍼지 전차수 또는 축소차수 상태관측기를 설계하여 피이드백하며, 전체시스템에 대한 안정도를 해석한다.

본 논문에서 제안된 방법을 이중수조 시스템의 수위 제어 문제에 적용하여 그 유효성을 검증한다. 이중수조 시스템은 비선형성을 내포하고 있어서 동작점에 따라 그 동특성이 심하게 변하는 특징을 갖는다. 이러한 시스템의 퍼지모델을 얻고, 이를 기초로 퍼지제어기와 퍼지 상태관측기를 설계하고 전체 제어시스템의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 알아본다.

9. 油槽船 船首部の 耐衝突 構造設計에 關한 研究

조선공학과 신 영 식
지도교수 박 명 규

본 논문은 유조선 선수부의 내충돌 구조설계에 관한 연구로 동적비선형 해석방법을 이용하여 유조선 선수부구조의 붕괴거동 및 응답성능을 규명하고, 또한 해상인명안전국제협약(SOLAS)의 규칙에 의해 결정되고 있는 충돌격벽의 위치를 검증하여, 최적의 내충돌 구조설계와 충돌격벽의 위치를 제시하는데 있다.

본 연구에서 선수부구조의 배치와 충돌 조건 등에 따른 충돌거동과 응답성능을 상호 비교 검토하기 위하여 16개의 이상화 모델, 21개의 실선 유조선들 모델 및 36개의 100k 유조선 모델 등, 총 73개의 선수모델을 이용하여 방대한 동적충돌 시뮬레이션을 수행하여 조사했다.

지금까지 수많은 선박충돌로 인해 해양오염은 물론 귀중한 생명과 재산의 손실이 있었으며 또한 모든 선박은 항시 잠재적으로 이러한 충돌 사고의 위험성에 노출되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가상충돌 시나리오에 따라 충돌선이 피충돌선에 충돌하는 선박간 충돌과 충돌선이 해상구조물 등의 강체에 충돌하는 각각의 경우에서 충돌격벽의 위치, 늑골구조의 형태, 주 구조부재 형태, 부재치수, 충돌속도, 선박의 크기, 피충돌체 등을 변경 및 조합하여 선수부구조의 붕괴거동, 충돌에너지 흡수능력, 관입량, 충돌후 속도, 충돌력, 관입량 대 충돌력 등을 검토하므로써 주요 충돌 영향인자와 선수부구조의 최적의 내충돌 구조설계 및 충돌격벽의 위치를 검토하였다. 따라서 이러한 각각의 충돌에 대한 구조적 거동과 붕괴 메카니즘을 감안하여 선수부구조의 배치와 설계가 이루어지면, 충돌 시 충돌선 또는 피충돌선의 손상변형을 최소화하여 선박의 손상복원성을 높이고 또한 기름유출을 최소화하여 해양오염도 상당히 감소시킬 수 있을 것이다. 본 연구에서는 충돌선 선수부구조의 붕괴 메카니즘에 대해서만 논의 하였다.

선수 충돌현상에 대한 연구들의 대부분은 기본구조요소들의 압괴실험을 통한 간이식 유도 또는 선수구조 형태와 유사한 단순 축소모형을 이용하여 준정적 압괴실험을 수행하고 압괴하중과 압괴거리 또는 흡수에너지 등을 구해서 선수부구조의 충돌현상을 추정하는 방법들이다. 이러한 방법들은 부분적으로는 실험결과와 일치 할 수도 있으며, 또한 이용이 간편한 점도 있겠으나 복잡한 선수부구조의 동적충돌거동과 응답성을 구현하기 어려울 뿐만 아니라 실제 충돌현상과도 커다란 차이가 있다. 가장 유효한 방법으로는 실선의 충돌실험으로 충돌거동과 응답성능을 추정할 수 있는 방법이 있겠으나 이는 현실적으로 가능하지 않기 때문에 유용한 방안으로 높은