

최적화 응용

최적화 이론은 학제적 학문 분야로 경로 선택, 기계 구조 설계, Operational Research 등, 기존의 최적화 응용 분야 뿐만 아니라 무선 센서 네트워크, 시스템 모델링 등 다양한 분야에 사용되고 있다. 이 글에서는 최근 응용 분야에 대한 사례들과 최적화 기법에 대하여 소개한다.

■ 이민영, 이수용
(홍익대학교 기계시스템디자인공학과)

1. 수송 루트 최적화 : 최적 수송경로 관리 프로그램 개발(1)

기후변화의 글로벌 이슈화, 포스트 교토 체제 출범 등으로 국내에 대한 국제적인 온실가스 감축이 요구되고 있으며, 특히 교통부문은 국가 에너지의 21%를 소비하고, 온실가스 배출의 20%를 차지하고 있다. 교통부문 온실가스 배출량은 연평균 약 5%씩 증가하며, 교통수요 확대에 따라 향후 지속적으로 증가할 전망이다. 국내에서는 최근 녹색교통으로의 패러다임 전환 계획을 세우고 에너지 다소비형 도로, 자동차 중심 교통체계에서 철도, 해운, 그린카, 사람중심 녹색교통 체계로의 전환을 도모하고 있다. 특히, 철도, 해운 등 녹색물류네트워크 구축과 경쟁

력 강화를 통해 녹색교통의 수송 분담률 확대로 철도 수송 분담률을 현행 8%에서 2013년 15%, 2020년 20%까지 확대한다는 계획을 세우고 있다.

이 같은 녹색성장의 큰 축으로 부상하고 있는 철도사업 분야에서 환경영향력이 높은 위험물 수송사고나 위험물 수송사고 시 발생할 수 있는 인명, 재산, 환경 등의 피해규모를 최소화하기 위한 대책의 필요성이 증대하고 있다.

이에 위험물 유형을 분류하고 위험물 통합 코드 표준화 방안을 마련해 효율적인 위험물 물류수송 관리방안을 구축, 위험물 유형을 분류하고 위험물 수송의 표준화 방안과 위험물 수송안전관리시스템을 구축하며, 친환경적 위험물 물류인프라 구축

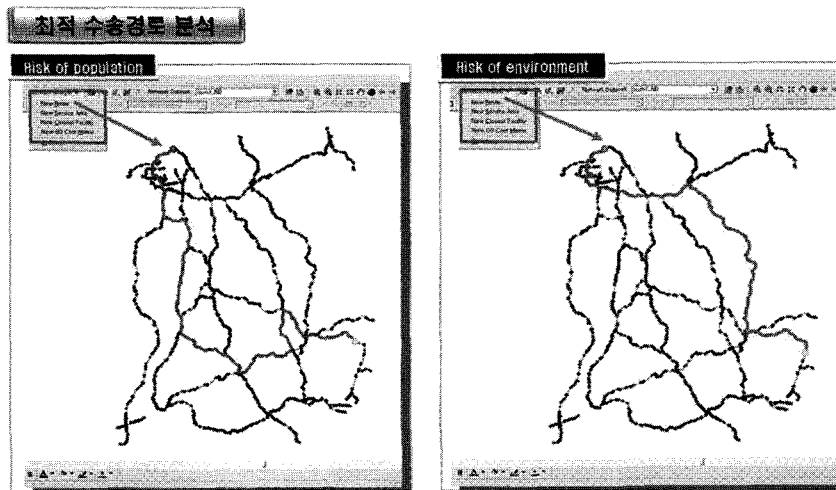


그림 1. 최적 수송경로 분석. (<http://www.ctman.kr/news/1537>)

을 위한 설계방안과 기반을 마련하는 연구가 진행되고 있다. 그 중 하나가 지리정보시스템(Geographic Information System)을 이용한 위험물 수송관리를 위한 표준화 절차 개발과 위험물 최적 수송경로 도출 프로그램 개발이다. 이외에도 위험물 안전관리의사결정지원시스템(DSS)을 개발하는데 위험물 수송 시 발생할 수 있는 문제점 해결을 위한 수송경로별 최적 대안 선택이 가능한 시스템이 개발되고 있다.

II. 준최적(Near optimal) 캐릭터 애니메이션(2)

University of Washington에서 수행된 연구로, 저차원 기저 표현법(low-dimensional basis representation)을 사용하여 준최적 캐릭터 애니메이션을 생성하는 기술을 개발하였다. 이 방법을 통하여 사용자의 입력과 환경 제약 조건을 만족하는 캐릭터의 움직임을 실시간으로 생성할 수 있다.

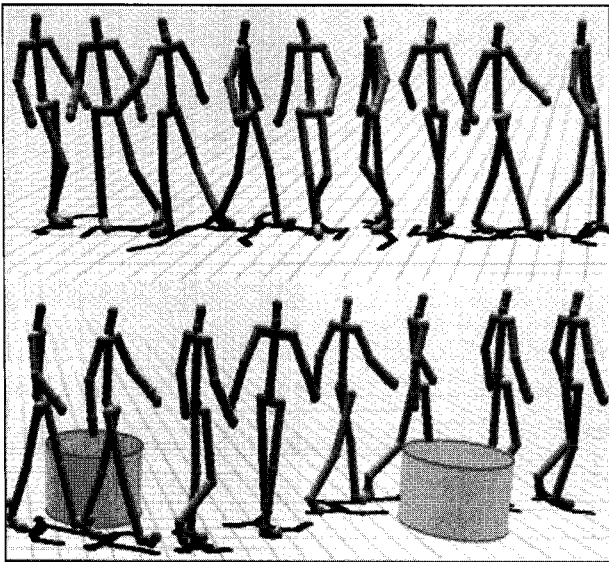


그림 2. 준최적 캐릭터 애니메이션. (<http://grail.cs.washington.edu/projects/graph-optimal-control/>)

III. 다분야통합(Multidisciplinary) 설계 최적화(3,4)

제품의 개발 과정에서 설계의 중요성은 널리 알려져 있다. 예를 들어 자동차 개발에서 설계에 소요되는 비용은 약 5% 정도에 불과하지만 설계를 통하여 이루어지는 결정이 제품의 성능 및 생산성에 미치는 영향은 약 70%나 되는 것으로 추정된다. 이러한 설계의 중요성은 최근 산업제품의 복잡성 증가에 따라 더욱 강조되고 있다. 그런데 대부분의 국내외 제품설계 관행은 설계단계 별로 설계자의 경험 및 직관에 주로 의존하는 시행착오적인 방법을 사용하고 있어 공학설계의 궁극적 목적을 이루는데 크게 미흡한 수준에 머무르고 있다.

최근에는 IT·설계 기술의 진화, 제품의 복잡성 증가, 대외적 요구조건의 증대·다변화 등으로 해석·설계 문제의 규모가 획기적으로 증대(수백만 DOF 이상)되고 있으며, 산업에서 요구하는 해석 및 설계 환경이 기존의 단일분야(single-disciplinary)만을 고려한 시뮬레이션에서 다분야통합(multidisciplinary) 시뮬레이션 및 최적화로 변모하고 있다.

항공기, 자동차 등과 같이 여러 분야로 이루어진 복잡한 시스템에서는 각 분야간에 서로 영향을 주는 연성관계가 존재하므로, 하나의 분야만을 고려하여 설계하는 기존의 최적설계 기법만으로는 사실상 최적화가 불가능하다. 이에 따라 여러 분야의 상충된 설계조건들을 동시에 고려할 수 있는 최적설계 신기술인 다분야통합최적설계(multidisciplinary design optimization; MDO) 기술이 개발되었다. MDO 기술은 기존 설계기법 대비 효율적이고 정확한 설계가 가능한 통합적 설계기술로서, 전체 설계 프로세스에 이 기술을 효과적으로 사용할 수 있는 방법에 대한 연구가 활발하다. MDO 기술은 기존의 설계기술에 비하여 효율적이고 초기 설계 단계에서부터 여러 해석분야를 동시에 고려할 수 있으므로 정확한 최적해를 얻을 수 있다. 따라서 다양한 해석분야를 고려하면서 분야간 상충된 설계 조건들을 통합적으로 다루기 위해 설계의 통합화, 자동화, 최적화가 가능한

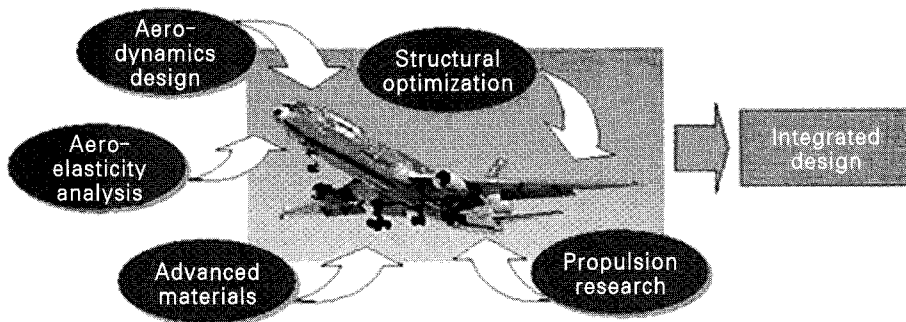


그림 3. Multidisciplinary Design and Optimization. (<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/programs/iar/design-optimization.html>)

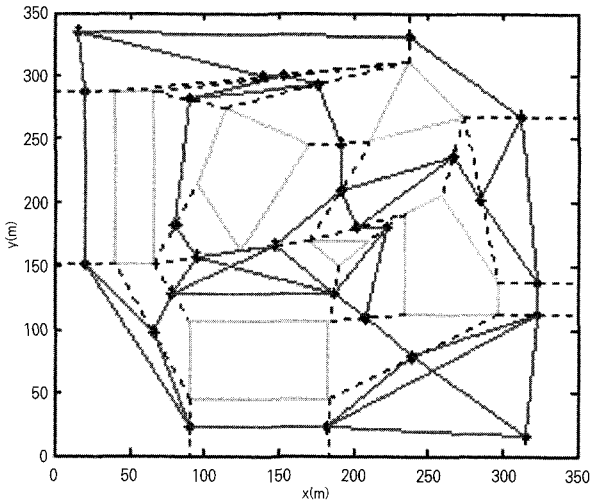


그림 4. 자유링크들로 생성된 그래프(5).

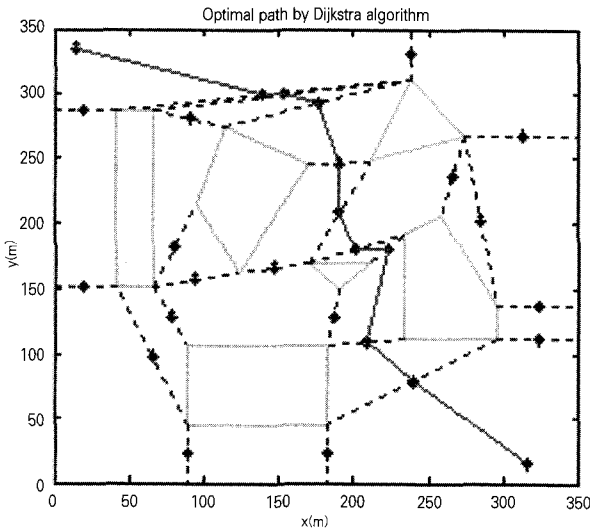


그림 5. 최적경로 생성 결과(5).

MDO 기술의 개발 및 적용이 요구된다.

IV. 경로생성 최적화(5)

다양한 경로 생성 방법들 중 이 연구에서는 PSO (Particle Swarm Optimization) 및 개선된 Dijkstra 알고리즘을 사용하였다. 출발점과 목표점사이의 다양한 그래프들에 두가지 알고리즘을 적용하여 최적의 경로를 생성하였다.

V. Simulated Annealing

다양한 최적화 방법들 가운데 simulated annealing은 주어진 함수의 전역 최적점(global optimum)을 찾는 전역 최적화(global optimization)를 이루는 확률적인 발견법(probabilistic heuristics)이다. 그 명칭은 야금학(metallurgy)분야의 담금질(annealing)에서 따온 것이다. 즉, 결정체의 크기를 키우고 결함을 줄이기 위하여 급속에 열을 가하고 냉각시키는 속도를 조절하는 기술에 기인한다. 열을 가하면 원자는 최초의 위치(즉, 내부 에너지의 국소 최적점)에서 떨어져나가고, 더 높은 에너지 상태로 방황하는데, 서서히 냉각시키면 최초의 상태보다 더 낮은 내부 에너지를 갖는 환경을 찾을 수 있는 기회를 더 많이 갖게 된다는 개념이다. 이 방법의 특징은 폭넓은 응용 가능성과 최상에 가까운 해답을 얻을 수 있다는 점이다. 반면 계산 시간이 매우 긴 단점을 갖고 있다.[6]

구체적인 예를 들어 다음 그림 6과 같이 이윤을 최대화하는 최적입력변수값들을 찾는 경우 Hill climbing 방법과 같은 일반적인 최적화 방법을 사용하면 국부 최대점(local maximum)에 도달하면 최적화과정이 멈추게 된다.

그림 7과 같이 그러나 입력변수에 난수(randomness)값을 더하여 최적화를 지속하는 것이 simulated annealing 방법이다.

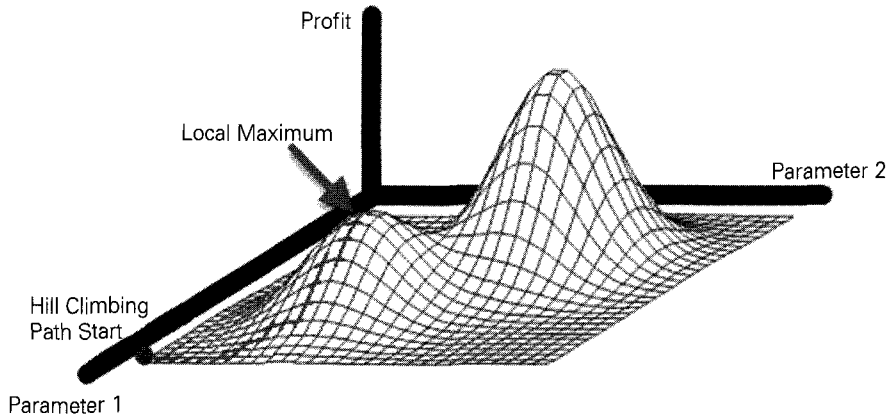


그림 6. Local Maximum(7).

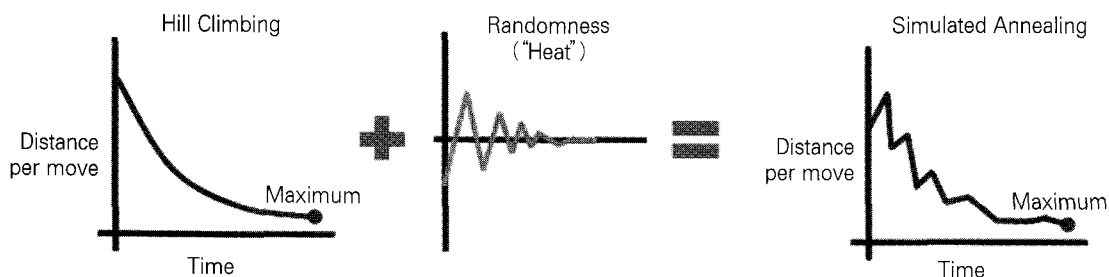


그림 7. Randomness(7).

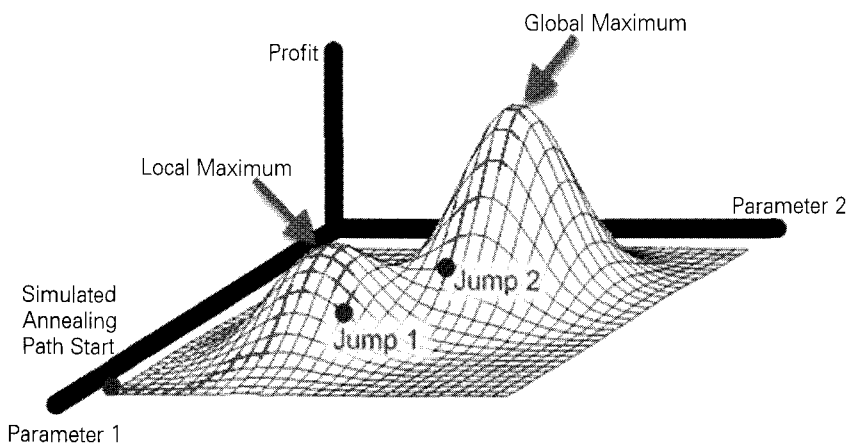


그림 8. Global optimization(7).

이러한 방법을 사용한 결과 그림 8과 같이 전역최대점(Global Maximum)에 도달할 확률을 높일 수 있다.

참고문헌

[1] 건설기술 (<http://www.ctman.kr/news/1537>)
 [2] Treuille, A. Lee, Y. Popović, Z., "Near-optimal Character Animation with Continuous Control," ACM Transactions on Graphics 26(3), 2007
 [3] 한양대학교 최적 설계 연구실, (<http://amod.hyu.ac.kr/MDO>)
 [4] Multidisciplinary Design and Optimization, National Research Council Canada, (<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/programs/iar/design-optimization.html>)
 [5] H. Kang, B. Lee, K. Kim, "Path Planning Algorithm Using the Particle Swarm Optimization and the Improved Dijkstra Algorithm," PACIIA '08. Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application, vol. 2, pp. 1002-1004, 2008
 [6] Simulated annealing, (<http://www.aistudy.com/neural/>

[simulated_annealing.htm](#))

[7] Trading Optimization: Simulated Annealing (<http://maxdama.blogspot.com/2008/07/trading-optimization-simulated.html>)

저 자 약 력



이 민 영

- 2010년 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 졸업.
- 2010년~현재 홍익대학교 대학원 기계공학과 석사과정 재학중.
- 관심분야 : Robotics.



이 수 용

- 1989년 서울대학교 기계공학과(공학사).
- 1991년 서울대학교 기계설계학과(공학석사).
- 1996년 MIT 기계공학과(공학박사).
- 1996년~1999년 한국과학기술연구원 선임연구원.
- 2000년~2003년 Texas A&M대학 기계공학과 조교수.
- 2003년~현재 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 부교수.
- 관심분야 : Robotics.