

Air Spray Nozzle을 이용한 건조 System 최적설계 Simulation Program 개발

서민교, 박진수, 소원섭, 정재학*
 영남대학교 디스플레이 응용화학공학부
 (jhjung@yumail.ac.kr*)

Dry system optimum design simulation program development that use air spray nozzle

Minkyoo Seo, Jin Soo Park, Won Shoup So, Jae Hak Jung*
 School of Chemical Engineering & Technology, Yeungnam University
 (jhjung@yumail.ac.kr*)

서론

Nozzle 분사공정에 관한 연구는 1930년대 자동차가 발명되는 것과 시기를 같이 한다. 이전까지 산업에서의 별다른 용도가 없던 nozzle은 자동차의 내연기관의 연료분무장치로 개발이 되면서부터 활발한 연구가 시작되었다. 자동차 엔진의 효율을 극대화시키기 위해 여러 형태의 nozzle이 고안되었으며 실험들이 행하여졌다. 하지만 nozzle의 내부 유동은 아주 복잡한 난류현상을 지니게 되며 이러한 난류현상을 수동으로 해석하기엔 너무 복잡했다. 그리고 눈에 의한 시각적인 측정에 의존하였기 때문에 외부 유동의 정확한 측정엔 그만큼 제약이 따랐다. 그 무렵 컴퓨터의 개발이 시작되었고 ENIAC이라는 최초의 컴퓨터가 2차 대전 중 포탄의 탄도계산을 하기 시작했다. 1970년대부터 네트워크 개발되어 슈퍼컴퓨터의 활용이 쉬워지고 레이저로 인한 측정 장비의 발달로 수동으로 계산하고 눈에 의한 측정을 하던 nozzle 관련 연구가 더욱 발달하게 되었다.

단일 nozzle의 성능 향상은 매우 주요한 분야이나 이러한 nozzle 분사 시스템을 최근 산업계에서는 많은 응용 생산 공정에 적용하고 있다. 산업에서 사용되는 공정 중 빠지지 않는 공정으로 건조 공정이 있다. 건조 공정에 대한 방법에는 여러 가지가 있으나 그중 air spray nozzle을 이용한 방법은 유지비용이 적게 들면서 target에 직접 많은 공기를 접촉할 수 있게 하여 빠른 시간에 효과를 볼 수 있다.

본 연구에서는 관형으로 된 target의 내부에 있는 수분을 얼마나 정확하게 건조시킬 수 있는가에 초점을 두고 여러 가지 변수들 중 가장 좋은 변수들의 조합을 도출하는 것을 목표로 하였다.

유전알고리즘(Genetic Algorithm)은 자연도태(natural selection)와 자연 유전학(natural genetics)의 역학에 기초를 둔 알고리즘으로 자연계의 적응과 진화를 인공적으로 모델링 할 수 있도록 개발되어 주어진 설계의 설계변수를 찾아내기 적합하도록 만들어졌다. 이 유전 알고리즘은 여러 개의 피크를 가진 탐색공간(multimodal search space)에서 병렬탐색을 하기 때문에 지역 최적 설계변수 값들을 찾을 확률을 낮추어 줄 수 있다. 또한 최적해에 대한 발견속도를 증가시키고 복잡한 탐색공간에서 지역 최적해에서 벗어나는 것을 도와주기 때문에 효율적이고 강건한 검색 기법이며, 또한 본 연구와 같이 설계변수가 달라지더라도 개선이 용이하도록 만들어졌다.

변수들의 최적값을 찾는 데 보다 시간을 절약할 수 있도록 C프로그램 언어로 공정을 simulation 하였고 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)을 이용하여 최적 parameter를 찾는 과정을 수행하였다.

본론

본 연구에서는 여러 가지 nozzle을 사용한 system 중에서 건조공정에 사용된 air spray nozzle 공정을 modeling 하고 최적의 parameter를 찾는 것을 목적 하였다. 다음 그림 1에 공정의 개략도를 그림 2에 simulation에서 target으로 한 모형을 나타내었다.

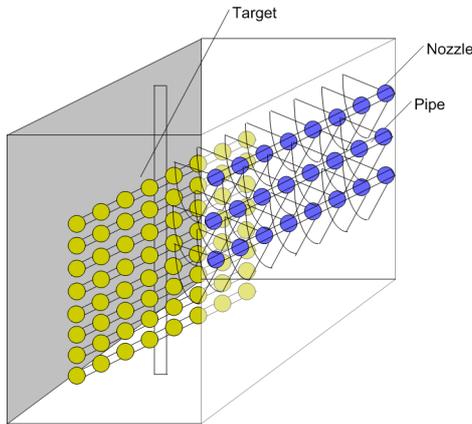


그림 1. 공정의 개략도

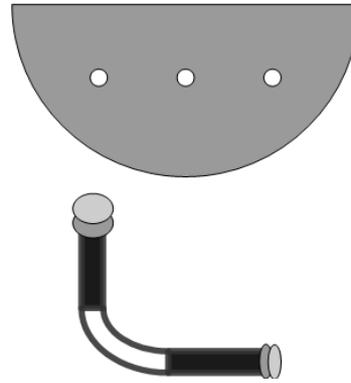


그림 2. target 모형

개략도에서 보이는 것처럼 세 개의 파이프에 노즐이 8개씩 달려있고 건조시킬 target은 걸이에 걸려 chamber로 이동한다. 노즐은 다양한 종류의 target에 대해서도 제일 많은 air가 접촉할 수 있도록 하기 위해 걸이하나하나에 air가 바로 닿을 수 있도록 하기 위해 target과 일직선이 되도록 설치하였다. 다양한 종류의 nozzle 중에서 제일 많이 건조되어야 하는 대표적인 두 가지에 대해서 modeling 하여 nozzle에서 분사된 air가 얼마나 정확하게 그리고 골고루 target에 도달하느냐를 simulation 하여 결과로 생성된 factor를 다른 종류의 target에도 문제없이 적용할 수 있다고 가정하였다. 다음 그림 3에 modeling 시에 고려해야할 변수들에 대해 나타내었고 표 1에 변수들의 변화범위를 나타내었다.

표 1 각 변수들의 변화 범위

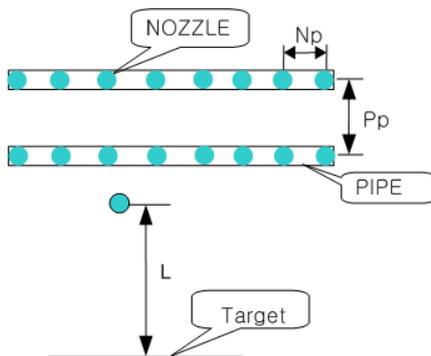


그림 3. 설계 변수

	lower boundary	upper boundary
P_p [Cm]	6.0	8.0
N_p [Cm]	6.0	8.0
L [Cm]	10.0	18.0
v [cm/min]	200	200

다음 그림 4에 노즐에서 분사된 air의 분포 data를 나타내었다.

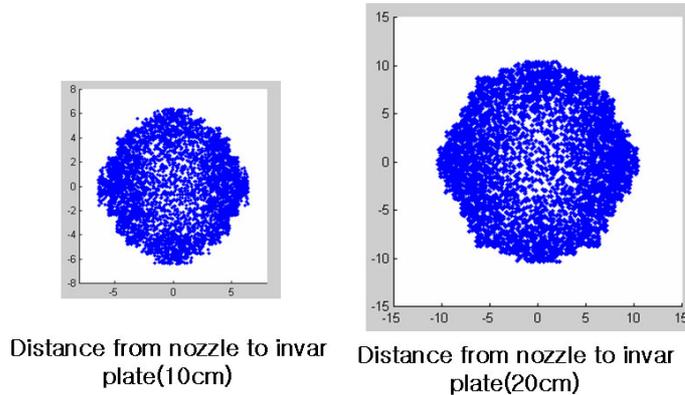


그림 4. 노즐에서 분사된 air data

자연도태(natural selection)와 자연 유전학(natural genetics)의 역학에 기초를 둔 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)은 J. Holland (1975)에 의해 도입되었고 자연계의 적응과 진화를 인공적으로 modeling할 수 있도록 개발되어졌다. 이 유전 알고리즘은 여러 개의 peak를 가진 탐색공간(multimodal search space)에서 병렬탐색을 하기 때문에 잘못된 피크를 찾을 확률을 낮추어 줄 수 있다. 또한 최적해에 대한 발견속도를 증가시키고 복잡한 탐색공간에서 지역 최적해에서 벗어나는 것을 도와주기 때문에 효율적이고 강력한 검색 기법으로 주목을 받고 있는 최적화 기법이다.

이 유전 알고리즘은 게임이론에서부터 기계설계까지 다양한 응용에서 널리 사용되어지고 있다. Goldberg(1978a, 1987b)는 천연가스 pipeline 최적화 문제에 유전 알고리즘을 적용한 바가 있으며, Krishnakumar and Goldberg(1992)는 제어시스템에 대한 최적화에 유전 알고리즘을 적용한 바 있다.

유전 알고리즘은 인공 개체의 집단 속에서 적자의 생존을 수행하며 매 세대마다 새로운 개체의 집단을 부모집단의 유전자 재조합과 돌연변이에 의해 재생하는 구조를 이루고 있다. 이러한 구조는 확률적인 기원의 결과로부터 기인하는 전역탐색 기법을 이룰 수 있기 때문에 전통적인 최적화 알고리즘의 큰 단점 중의 하나인 지역 탐색을 극복할 수 있다. 그러나 이 방법은 단순한 무작위 탐색 방법이 아니고 높은 성능 향상 확률을 가지고 탐색 공간의 새로운 영역을 탐험하기 위해 빠르고 효과적으로 과거의 정보를 활용하게 된다.

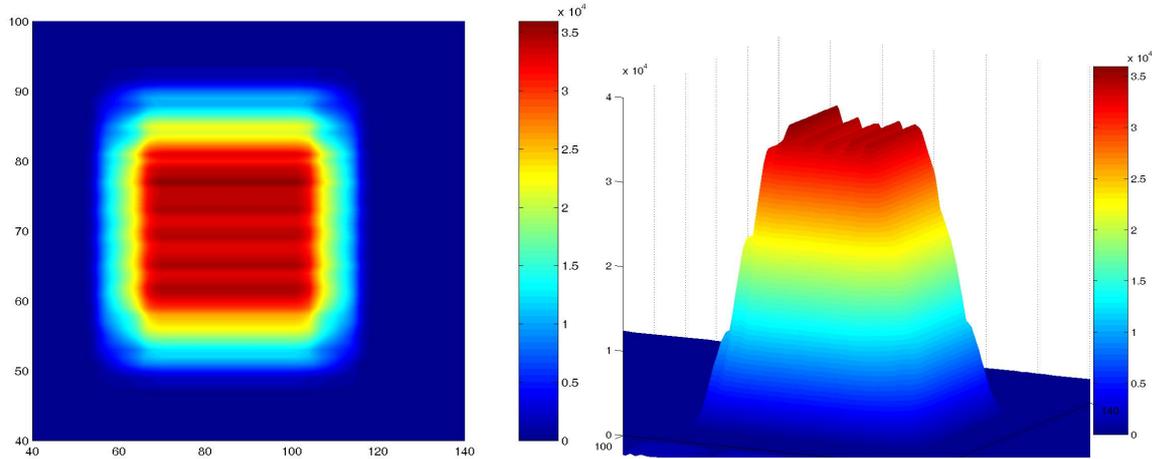
다음 표 1에 GA에 사용된 parameter를 나타내었다.

표 2 GA에 사용된 parameter

Parameter	Value
N	40
Gen	10
Pc	1.0
Pm	0.1
G	1

결론

Simulation의 결과는 관형의 target의 중심과 노즐의 위치가 일치할 때 가장 좋은 값을 보였으며 판형의 경우에는 중간부분에 있는 원형의 hole부분에 가장 잘 air양이 많이 맞는 것을 좋은 결과로 선정하였다. 그림 5에 simulation중 가장 좋은 값을 보였던 Pp 6, Np 8, L 12에 대한 결과를 그림으로 나타내었다.



감사의 글

본 연구는 과학재단의 지역대학우수과학자 육성연구사업 (#R05-2003-000-10506-0)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

1. D. E. Goldberg, and Lingle, R. Alleles, loci, and the traveling sales man problem. Proc. Int. Conf. on Genetic Algorithm and their Application, p.154 (1985)
2. E. Goldberg, "Computer-Aided Pipeline Operation Using Genetic Algorithms and Rule Learning. PART I : Genetic Algorithms in Pipeline Optimization", Engineering with Computers, 3, 35 - 45(1987)
3. D. E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesley Publishing Co. (1989)
4. K. A., De Jong, "Genetic Algorithm; a 10 year perspective", Proc. int. Conf. on Genetic Algorithm and their application, P.210, 1995
5. S. Prak, H. Cho, H. Lee and L. Jeon "Application of genetic algorithm to hybrid fuzzy inference engine", '92 KACC(Domestic) at Seoul 863 (1992)
6. Y.Kim, H. Kang and H. Jeon, "Planning a minimum time path for robot manipulator using genetic algorithm", '92 KACC(Domestic) at Seoul 698 (1992)
7. Byeungcheol Kim, Sangdae Park, Saehoon Son, Jae Hak Jung, Moonyong Lee "Optimal Design of Multi-Nozzle System Using Genetic Algorithm"