

빨래 건조시간 예측을 위한 기계학습 시스템

사공훈¹, 남성호¹, 윤승원¹, 박장수¹, 유원상^{1*}

¹선문대학교 정보통신공학과 * 교신저자

sghung@naver.com, joseph0107@naver.com, tmddnjs8743@naver.com,
qkrwkdt301@naver.com, wyou@sunmoon.ac.kr

A Machine Learning System for Laundry Drying Time Prediction

Hoon Sagong, Seong Ho Nam, Seungwon Yun, Jang Su Park, Wonsang You

¹Dept. of Information and Communications Engineering, Sun Moon University

* Corresponding author

요 약

빨래 건조대는 국내에서 빨래 건조를 위해 주로 사용되지만, 건조 알림 기능이 없어 빨래 건조기에 비하여 사용상의 불편함이 따른다. 본 연구에서는 다항회귀(polynomial regression) 기계학습 모델을 사용하여 빨래 건조시간 예측이 가능한 스마트 빨래 건조 알림 시스템을 제안하였다. 제안된 다항회귀 알고리즘은 빨래 건조대에 부착된 수분센서로부터 측정된 수분량 데이터로부터 옷감 종류에 따른 빨래 건조 시간을 예측하는데 선형회귀보다 높은 정확도를 보였다(면 97.5>95.3%, 합성섬유 94.8>92.8%).

1. 서 론

빨래 건조기는 한국에서 일반화가 되어 있지 않고 대다수의 사람들은 빨래 건조대를 사용하고 있다. 건조기의 장점으로는 빠른 건조와 건조 알림 기능 등이 존재하지만 건조기를 사용하면 안 되는 옷감은 존재하고 그 옷들은 건조대를 통해 자연 건조해야 한다. 또한 건조기의 높은 가격대, 유지비라는 단점 등이 있다. 반면 건조대를 사용할 시 옷감이 상하지 않고 낮은 가격대, 유지비가 발생하지 않는다는 장점이 있으나 건조 예상 시간을 예측하지 못하는 단점, 건조 완료 시 알림 기능이 없는 단점이 존재한다.

이러한 문제들을 해결하기 위해, 본 연구에서는 건조대와 건조기의 장점을 조합하여 다양한 종류의 건조대에 설치가 가능한 스마트 빨래 건조 알림 시스템을 제안하였다. 제안된 스마트 빨래 건조 알림기는 다항회귀 기반 기계학습 알고리즘을 사용하여 각 옷감에 따라 건조 완료 시간을 예측할 수 있다 [1]. 예측된 빨래 건조 예상시간은 사용자의 스마트폰으로 자동 전송되어 사용자가 편리하게 건조상태를 확인하고 관리할 수 있다.

2. 방 법

스마트 빨래 건조 알림 시스템은 그림 1과 같이 온습도센서부, 중앙제어부(Arduino Uno Wifi rev2), 빨래 건조시간 예측을 위한 기계학습부 및 단말기 앱 등으로 구성된다. 중앙제어부에 DHT22, YL38과 같은 온습도 및 수분량 센서들이 연결되어 있다[2]. 수분센서 데이터로부터 기계학습 알고리즘을 통해 예측된 건조 예상 시간은 Wifi 통신을 통해 단말기 앱에 전송된다.



그림 1. 스마트 빨래 건조 알림기 시스템 구조

시스템의 외관은 그림 2와 같이 건조대에 쉽게 장착 가능한 옷걸이 형태로 사용자의 편의성과 미관을 고려하여 설계되었다. 옷감의 수분량을 측정하는 방식은 습도 및 수분량을 동시에 측정할 수 있도록 집게를 통해 옷에 센서를 고정할 수 있도록 하였다.

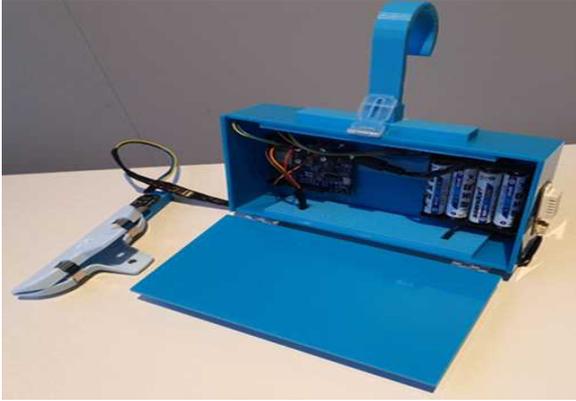


그림 2. 스마트 빨래 건조 알림기

건조시간 예측을 위한 기계학습 모델의 학습을 위해 면과 합성섬유의 두가지 모델에 대해서 각각 50개의 데이터를 수집하였다. 데이터 수집방식은 그림 3과 같이 세탁 후 건조대에 넣어 햇빛을 받지 않은 상태의 건조장의 실내온습도, 옷 수분함량을 실시간으로 측정하여 기록하였다.



그림 3. 데이터 수집 장면

기계학습 모델로서 선형 회귀(linear regression)와 다항 회귀(polynomial regression) 모델을 수식 1-2와 같이 각각 구성하였다[1,3]. t는 시간, Y는 수분량을 의미한다.

$$\text{선형회귀 } Y \sim t \quad (\text{식 1})$$

$$\text{다항회귀 } Y \sim t^5 + t^4 + t^3 + t^2 + t \quad (\text{식 2})$$

훈련된 다항회귀 모델을 사용하여, 현재 수분량으로부터 빨래 건조 시간을 예측하는 과정은 다음과 같이 진행되었다. 먼저, 위 그래프로부터 현재 수분량에 대응하는 현재 건조 경과시간 (t_{cur})을 추출한다. 다음으로, 수분량이 5% 미만인 완전 건조시간 (t_{full})을 추출하여, 그 시간차($t_{full} - t_{cur}$)를 계산하여 건조 예상 시간을 계산하였다.

3. 실험 결과

학습 데이터를 통한 기계학습 모델의 훈련 결과는 다음 표 1과 같다. 선형회귀보다 다항회귀에서 R2 Score와 정확도가 각각 향상되었음을 확인할 수 있다. 또한, 합성섬유보다 면 옷감에서 모델의 정확도는 더욱 높았다.

표 1. 기계학습 모델 훈련 결과

옷감	모델	R2 score	정확도
면	선형회귀	96.5	95.3
	다항회귀	98.5	97.5
합성섬유	선형회귀	98.4	92.8
	다항회귀	98.8	94.8

Ordinary least squares (OLS) 방법을 사용하여 예측된 모델 파라미터는 표 2와 같다. 그림 4-5에서 보는 바와 같이 면과 합성섬유는 다른 건조 패턴을 보이는데, 면 옷감은 건조 초기 수분량이 많고 수분량의 감소가 더딘 반면 합성섬유 옷감은 건조 초기부터 수분량이 적고 수분량의 감소도 또렷한 양상을 보이고 있다. 또한, 완전히 건조되는데 걸리는 시간도 면은 약 17.5 hr인 반면, 합성섬유는 약 13.2 hr가 소요되었다. 따라서, 서로 다른 패턴과 건조시간에 적응하여 더 정확한 파라미터를 예측하는데 다항회귀가 선형 회귀보다 효과적임을 보여준다.

표 2. 예측된 모델 파라미터

	파라미터	면	합성섬유
선형회귀	X	-2.25	01.13
	절편	34.49	12.91
다항회귀	X^5	1.10	-1.60
	X^4	-1.27	0.03
	X^3	0.16	0.01
	X^2	-0.01	0
	X	0	0
	절편	33.82	13.99

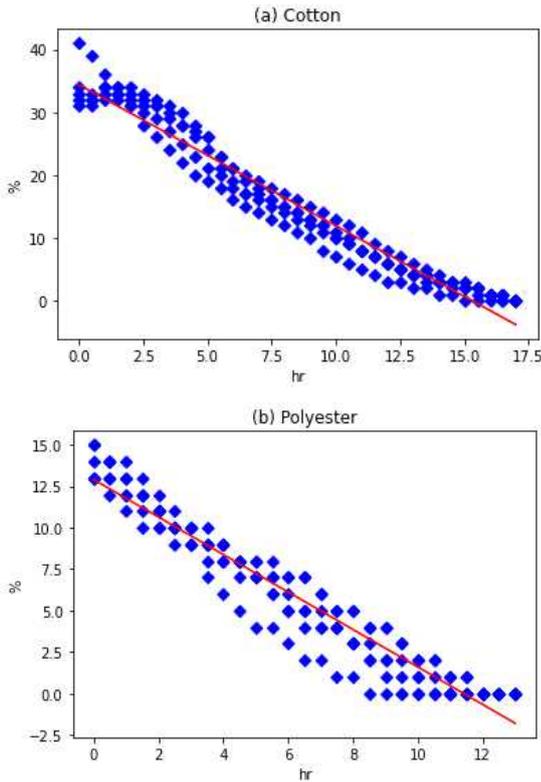


그림 4. 선형회귀 모델 학습결과

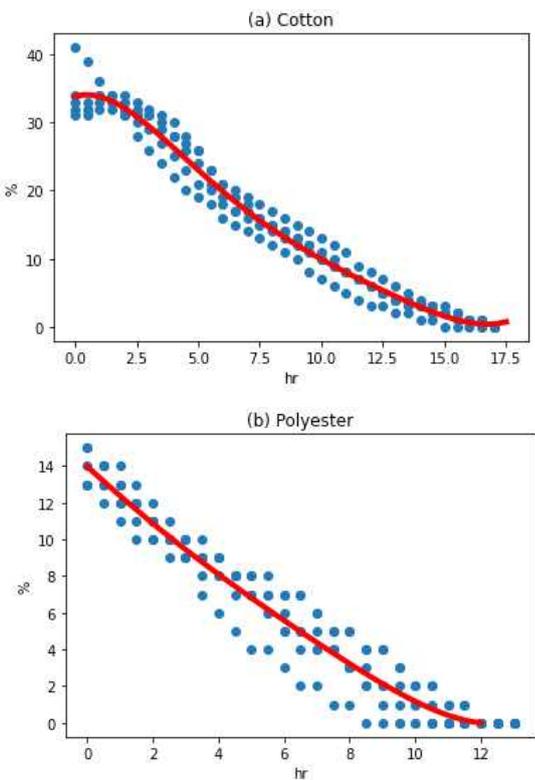


그림 5. 다항회귀 모델 학습결과

4. 결 론

본 연구에서는 빨래 건조대로부터 건조 예상시간의 예측이 가능한 스마트 빨래 건조 알림 시스템을 제안하였다.

실험결과 다항회귀 모델이 선형회귀보다 더 높은 예측 정확도를 보였다. 면과 합성섬유는 수분량과 건조 패턴이 달라 다항회귀 모델이 다양한 건조 패턴에 적응적으로 학습하였음을 보여준다.

실제 빨래 건조에는 세탁 환경, 옷감의 종류, 실내 온습도 등 다양한 독립 변수들이 존재하는데 본 논문에서는 이와 같은 복잡한 변수들을 고려하지 못하였다는 한계가 있다. 이러한 독립 변수들을 고려하여 다양한 환경에서 정확한 빨래 건조시간 예측이 가능한 모델로 성능을 개선할 계획이다.

본 연구는 빨래 건조대에 기계학습 알고리즘을 사용한 건조 알림 시스템의 가능성을 최초로 검증한 연구라는 점에서 의의가 있다. 빨래 건조시간 예측을 위해 고성능의 하드웨어를 요구하는 복잡한 딥러닝 모델을 사용하지 않고 단순한 다중회귀 모델을 사용하면서도 저사양의 하드웨어에서 만족할만한 성능을 보이도록 하여 보급형 제품으로 상용화 뿐만 아니라 복지 향상에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Eva Ostertagová, "Modelling using Polynomial Regression," *Procedia Engineering*, vol. 48, pp.500-506 (2012)
- [2] Arduino Uno Wifi rev.2 <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-wifi-rev2>
- [3] Francis Galton. "Regression Towards Mediocrity in Hereditary Stature," *Journal of the Anthropological Institute*, 15:246-263 (1886)