

# USN 기술을 활용한 와인용 포도 생장 환경 관리 방법 연구

이재형  
동아원 주식회사  
e-mail : [didori@kodoco.com](mailto:didori@kodoco.com)

## Study on Winegrape Growth Environment Management Method using Ubiquitous Sensor Network

Jae Hyung Lee  
DongA One Co., Ltd

### 요 약

본 연구는 노지에서 와인용 포도 재배에 있어서 영향을 받는 환경적 요인을 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network)를 활용하여 실시간 모니터링하며 적절한 조치를 신속히 취함으로써 와인용 포도의 품질을 높이고 안정적으로 와인용 포도 재배자가 원하는 수준에서 수확될 수 있도록 하는 시스템에 관한 것이다. USN 을 구성하고 있는 센서 노드는 재배자가 설치를 원하는 다수의 지점에 설치되어 온도 습도 등 환경 데이터를 수집하며 이 데이터를 바탕으로 서리, 강추위, 가뭄 등의 와인용 포도 재배에 피해가 예상되는 현상을 미리 예측하여 재배자가 선제적으로 대처할 수 있도록 하여 피해를 최소화하였다. 이 연구는 USN 기술을 통해 와인용 포도의 수확 품질을 향상시킬 수 있음을 보여준다.

### 1. 서론

2005 년도부터 USN (Ubiquitous Sensor Network) 기술은 성장을 거듭하여 왔으며 주요 적용 비즈니스 모델로써 농업분야를 꼽아 왔다. 정부 주도의 현장 실증 시험을 바탕으로 환경 모니터링 분야에 USN 적용 사례가 늘어왔으며, 특히 농작물 관리 분야는 USN 기술을 활용할 수 있는 최적의 분야로 인식되어 꾸준한 연구개발이 이뤄지고 있는 분야이다.

국내의 경우 2005 년도 재배환경모니터링 현장실증 시험을 시작으로 파프리카, 화훼, 인삼, 녹차 등 다양한 농작물에 대한 관리에 USN 을 적용한 사례가 있으며 꾸준히 발표되고 되고 있다.

하지만, 지금까지 국내의 USN 의 농작물 재배 활용은 국내 중심의 환경에 대해 연구되어 왔으며, 해외에 대한 USN 적용 시 신뢰성 보장 여부 등에 대해서는 연구가 이뤄지지 않았으며, 포도 작물에 대한 시도는 적용 사례가 없다.

해외의 경우 Vineyard 에 Wireless Sensor Network 기술을 적용하여 Test 한 사례가 있으나, 이 연구는 기술적인 면을 중심으로 이루어 왔으며, 실제 재배와 밀접하게 진행되었다기보다는 H/W 자체 성능 확인에 머물러왔다.

본 연구는 주요 와인 생산지인 미국 나파 지역에 국내에서 재배되기 힘든 와인용 포도품종의 생장 관리에 국내 USN 기술을 활용하여 병충해 예방 및 악천후, 서리 등 환경으로 인한 피해를 최소화하는 서비

스를 연구함으로써 섬세한 관리가 필요한 농작물에 대해서도 효과적인 관리방안으로서 활용될 수 있음을 제시하고자 한다.

### 2. 와인용포도 생장관리의 특징

와인용 포도 종은 식용에 비해 껍질이 두껍고 일반 포도에 비해 당도가 3 배이상으로 수분이 거의 없다시피하고 포도알의 크기도 식용 품종보다 작다. 나파밸리의 주요 레드와인 품종인 카베르네 쇼비농(Cabernet Sauvignon)의 경우 고급와인의 대표 품종으로써 환경적응력이 뛰어나 어떠한 환경에서도 잘 자라지만 고품질의 포도 수확을 위해서는 기후가 온화하고 건조하며, 자갈재질의 토양에서 자라야 한다. 나파밸리 지역 포도 재배의 경우 4 월경에 싹이 트며, 6 월 초 중순경 꽃이 피고, 주로 9 월 말에서 10 월 중순경에 당도 측정 등을 통해 재배자가 수확시기를 결정하여 수확을 하도록 한다.

주요 병충해로는 흰가루병, 만할병 등인데, 흰가루병의 경우 밤과 낮의 온도차가 심하거나 통풍이 잘되지 않을 때 발생하며, 와인용포도의 재배하는 도중 가장 유의해야 할 것 중 하나가 서리와 강추위으로써 이러한 환경 변화를 주기적인 점검을 하는 것이 피해를 막기 위해 필요하므로 USN 시스템을 통해 주기적으로 대기과 토양의 온도, 습도 등의 환경변화를 모니터링하여 예측할 수 있다면 관수시설, 온풍기 등의 원격제어를 통해 피해를 최소화 할 수 있을 것으로

기대된다.

January	February	March	April	May	June	July	August	Sept.	Oct-Dec
	<b>PRUNE</b>		Fertilize	Shoot Positioning			<b>HARVEST</b> 7/21 to 9/7 24 Brix Red 21 Brix White		Evaluate shoot growth for bud count pruning
		Bud Break 3/21		LEAF PRUNE one leaf per cluster removed					
		Inject ADMIRE for PD to kill Sharp-		Irrigation - once per week until Harvest Gallons of Water per vine PER DAY					
				Yr 1: 1/2 Yr 2: 1 Yr 3: 2	Yr 1: 1 Yr 2: 2 Yr 3: 4	Yr 1: 2 Yr 2: 4 Yr 3: 8	Yr 1: 1 Yr 2: 2 Yr 3: 4		
	<b>PLANT</b>		Plants grow out of Grow tube by 6:1		Remove Grow Tubes to prevent burn			Roundup weed control with Grow Tube	
		Roundup weed control with Grow Tube		Roundup weed control with Grow Tube				Mark vines w/PD and Dead Arm	
				Spray Surround					
		SPRAY for fungus, mildew, insects 3/21 - 6/21 - every 7 - 14 days to prevent fungus. Up to 13 times. Maneb for Mildew and leaf spot Nova or Abound for Black Rot Limit insecticides. Spray only as needed (Sevin, Surround, and others for fruit).							
						Can spray all the way through, but stop 2-3 weeks before harvest.			
							Fertilize only if needed with K+		

(그림 1) 와인용 포도 1년 재배 일정

### 3. USN 시스템의 요구사항

USN 시스템의 환경정보수집 기간은 와인용 포도의 재배 관리 기간인 3 월부터 10 월까지로(품종, 기후에 따라 11 월까지 이어지기도 함) 정한다.

USN 센서 노드는 대기, 토양의 온도 습도를 측정할 수 있는 센서 4 종과 필요에 따라 조도, 풍향, 강우, 센서를 부착하기도 하고, 관수 시설 및 온풍기 제어 위한 제어기가 부착되어 연결될 수 있다. 노지에서 상전 상태에서 센서노드를 운영한다는 것은 거의 불가능하여 건전지나 태양광 등을 이용한 전력을 쓰도록하며 최소 8 개월의 운영을 보장한다.

또한 센서노드로부터의 수집데이터를 전달받아 게이트웨이에서 통신시설(GSM, 3G WCDMA, 위성을 통해 관리 서버 DB 로 전송되고, 서버에서는 일반 사용자가 관리할 수 있도록 Data 를 사용자화면에 표시하여 실시간 모니터링 및 원격 제어를 시행하도록 운영된다.

### 4. 노지 와인용포도 재배 테스트베드 구조

위와 같은 시스템은 미국 나파지역의 산간에 위치한 노지에 설치하여 운영되고 있다. 게이트웨이의 상시 전력공급을 위해 관수시설의 전력을 사용하고 있으며 노지에 6 개, 관수 시설에 1 개, 온풍기에 1 개의 센서노드를 설치하였다. 노지에 위치한 각각의 센서노드는 총 4 개씩의 센서를 장착하여 대기 온도와 습도, 토양 내부의 온도와 습도를 측정하여 게이트웨이로 전달되고 게이트웨이에서 위성통신을 통해 서버로 전송되고 있다. 위성통신을 사용하는 이유는 산간 고지대에 위치하고 있으므로 GSM 및 3G WCDMA 통신의 이 원활하지 않기 때문이며, 와인용 포도 재배지의 경우 대단위이고, 통신에 제약이 있는 지역이 많기 때문에 이러한 상황에서는 가능한 지역까지 멀티홉 통신을 통해 데이터를 전송할 수 있도록 지원된다.

센서노드의 전력은 태양광을 통해 충전하여 제공 받

고 있으며 와인용 포도의 재배 기간인 3~10 월까지의 기간 중에는 일조량이 충분하여 태양광을 통한 전원 공급에 큰 무리가 없다. 최적의 와인용 포도 재배 환경으로 일조차가 큰 환경이므로 안개 발생이 잦기 때문에 센서노드 내부의 방습 처리가 철저히 되어있고 포도나무를 지지하는 캐노피 주변에 포도나무의 예상 최대 성장 높이보다 높게 설치하여 작업자의 작업 중 센서노드의 훼손이 없도록 하고 육안으로 위치 파악이 용이하여 관리가 쉽도록 구성되어 있다.



(그림 2) 센서노드 설치 지점

### 5. 테스트베드 운영

Testbed 에서의 USN 기반 Vineyard 관리 적용 범위는 다음과 같다.

- Smart Vineyard System 구축

- Vineyard 의 대기 온도, 습도, 토양 온도, 토양 습도 등 환경 측정을 위한 센서 등을 Vineyard 포도밭 주변에 설치(Vineyard 매니저의 판단에 따라 의미가 있을 만한 지점을 선택)
- Vineyard 작업상황 감시 모니터링, 감시카메라의 원격조작, 포도 성장환경의 실시간 모니터링 및 원격제어 등을 위한 무선 랜(LAN) 설치 등
- Vineyard 관리자가 인터넷 또는 무선 랜(LAN)에 접속하여 Vineyard 의 여러 상황을 영상 등으로 실시간 모니터링 및 원격제어 등을 위한 제어장치 및 부대장치 설치
- 센싱 정보를 기반으로 한 제어 시스템, Warning, 센서노드 원격제어

- Vineyard 관리 미들웨어

- 센서노드로부터의 정보를 수집하여 Application 에서 사용할 수 있도록 제어할 수 있는 시스템 구축
- 센서정보를 제공받아 데이터베이스에 저장하고 관리

- 실시간 모니터링 시스템

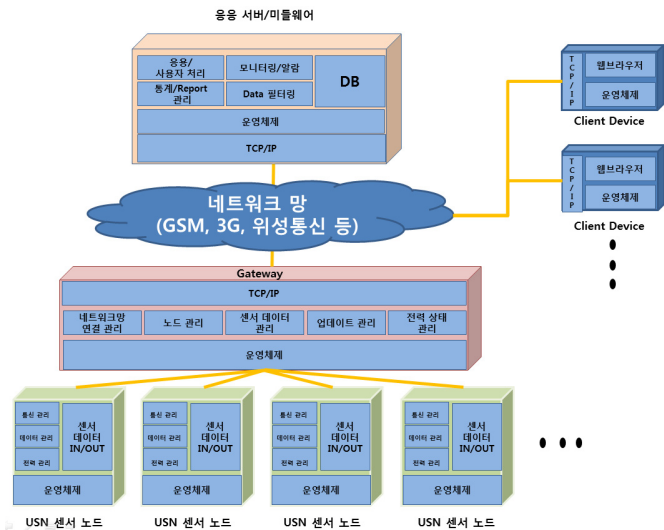
- Forest, Cold Damage 등 환경으로 인한 피해를 줄이기

위해 사전 작업 지시 등을 위한 예경보 기능 구축  
 - Email, SMS 등과 같은 방법을 통해 경보상황전파 및 조치 유도 등을 할 수 있는 경보시스템 기능 구축  
 - 현장 작업자 등이 Vineyard 정보 검색 및 작업지시 등을 수신할 수 있는 모바일 기능 제공

● GIS 기반 운영

- GIS 기반의 항공영상 및 다양한 주제도 기반 하에 설치된 장비의 위치 및 수집되는 데이터를 확인 가능  
 - USN 기반 기온, 습도 등을 실시간 수집 및 표출  
 - 각종 센서 및 제어 가능한 장비들의 고장 등을 실시간 파악  
 - 한계치 도달 및 위험상황에 대한 경보용 SMS 발송

위와 같은 4 개의 주요 기능을 중심으로 노지 와인용포도 재배를 위해 운용하였다.



(그림 3) USN 네트워크 운영 구조

6. 운영 결과

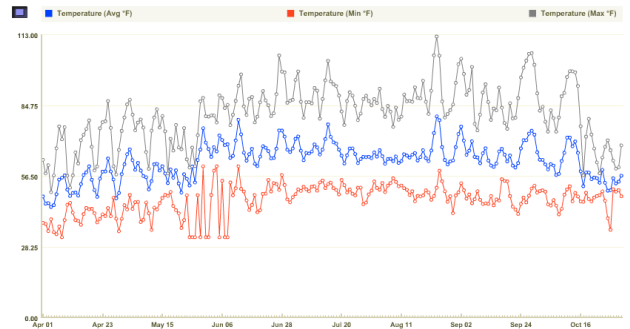
USN 기반 와인용포도의 생장관리의 주요한 운영 모니터링 요소는 대기 온도, 습도와 토지 온도 습도였다. 포도를 얻기 위해서는 최적의 환경 유지가 중요하며, Vineyard 에서의 Forest, Cold Damage 방지는 수확량의 결정 뿐만이 아니라, 포도나무의 훼손 위험도 있어 사전 예방이 매우 중요하다. 센서노드에 연결되어 있는 온도, 습도는 실시간 온도 모니터링을 통해 이러한 위험을 최소화하고 최적의 생장환경을 유지하는데 필요한 데이터를 제공할 것이므로, Testbed 운영에 있어서 안정적이고 신뢰성있는 값의 전달이 중요했으나 때때로 날씨나 위성통신장애 원인으로 인해 데이터값이 제대로 전송 되지 못하였다.

실시간 토양 모니터링 센서들은 포도나무의 토양의 온도, 습도를 전송하게 되어 transpiration rate 를 계산하는데, 이 값은 포도나무가 얼마나 많은 수분을 가

지고 있는지 측정할 수 있으며, 관수를 조절할 수 있게 도움을 주었다.

외부의 대기 온도, 습도 센서로부터 전달받은 값은 지역 기후 예보와 비교하여 Forest, Cold Damage 의 위험이 있을만한 급격한 기온 하락을 예측하였으며, 관리자에게 전달되었다.

분할된 블록의 각 지점에 센서노드가 설치되어 온도, 습도 등의 데이터를 수집함으로써 지형적 영향으로 인한 생장에 미칠 요소를 예측하여 사전 대처할 수 있도록 하였다.



(그림 4) 노지 USN 측정기간 중 온도 변화

7. 효과 분석

본 Testbed 결과를 통해 USN 을 적용한 와인용포도 재배 시스템은 농장주나 재배자에게 환경적 영향으로 인한 농작물 피해를 최소화하고 수확시 품질을 높이는데 효과가 있음을 알 수 있다. 그 중 주요한 효과는 세부적인 지역 분할 관리 가능, 전체적 환경 모니터링의 용이함, 병충해 발생 억제 등이 있다. 제약으로는 GSM 이나 3G WCDMA 통신이 용이하지 않은 지역은 위성 통신 등을 사용해야 하므로 유지비가 상승한다는 점인데, 점차 4G 무선 통신으로의 이동, USN 의 통신 거리 확대 등을 통해 극복할 수 있는 문제이기도 하다. 또한 아직은 센서노드의 하나의 비용이 기본적인 대기 온도, 습도, 토양 온도, 습도 센서를 포함하면 100 만원 수준인데, 대량생산, 기술 발전을 통한 비용 감소, 소형화, 경량화가 이루어 진다면 농장주, 재배자의 필요에 따라 빠르게 적용이 확대될 것으로 예상된다.

8. 결론

다수의 센싱데이터 처리 문제, 통신 연결 끊김 문제 등 아직 풀어야 할 문제가 많이 있지만 USN 기술을 활용한 와인용 포도의 노지 재배 관리는 고품질 포도 수확과 재배 비용 감소 등 농장소유자나 재배자에게유익한 장점을 가지고 있다. 하지만, 각 지역에 대한 센싱 결과 값에 의한 관리가 지방 일기예보의 데이터를 사용하는 것보다 더 효율적인지는 아직 많은 Testbed 데이터 결과가 요구된다. 지속적인 비교를 통해 객관적인 수치화 된 결과를 얻어내는 것이

USN 기술 활용의 보다 정확한 평가 지표가 될 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Burrell, J. Brooke, T. and Beckwith R. “Vineyard Computing: Sensor Networks in Agricultural Production” pp.38-45
- [2] Fang Li, S. T Liu, Li D. Chen, “Design on Environment Monitoring System for Greenhouse Based on Wireless Sensor Network” , Advance Materials Research , vols 108-111, May 2010, pp 145-150.
- [3] 정보통신산업진흥원 “USN 기반 농산물 생산환경 관리 시스템 구축 및 운영 가이드라인” 010.5
- [4] 동아원, DANA “Vineyard management solution 을 위한 Test-bed 결과 보고서” 2011. 2