

방송과 정밀측위기술 그리고 자율주행 시대

글. 신홍기 MBC 방송IT센터 기술정보사업팀 차장

요약

우리는 대한민국 산업의 미래 먹거리와 관련된 수많은 기사를 매일 접하며 살아가고 있다. 그중에서도 빠지지 않는 키워드 중 하나는 ‘자율주행’이다. 본 고에서는 자율주행 시대로 한 걸음 더 나아가는데 기여하고 있는 방송기술과 cm급 정밀측위기술에 대해 소개하고자 한다. 서로 무관해 보이는 ‘Broadcasting’과 ‘Positioning’이 어떻게 서로 환상의 짝궁이 될 수 있는지 설명하고, 정밀 측위를 통해 발전해 나가고 있는 자율주행 기술을 여러 적용 사례를 통해 알아보고자 한다.

서론

MBC는 2017년 7월, cm급 정밀측위를 가능케 하는 ‘위성항법 보정정보(GNSS, Correction Data)’를 DMB 방송망을 통해 송출하였다. 지상파 방송망을 사용하여 전국 커버리지 보정 정보를 제공하는 서비스로는 세계 최초의 일이었다. 3년이 지난 지금 자율주행자동차, 자율비행드론뿐만 아니라 ‘자율’이라는 이름으로 시작하는 농업, 건설, 로봇, 해양 등 많은 관련 기업과 연구기관에서 MBC RTK¹⁾ 서비스를 사용하고 있다.

위 내용을 처음 접하는 사람들은 “이게 무슨 말인가? MBC가 왜 이런 걸 하지?”라는 의문을 던지곤 한다. 사실 우리가 하루에도 몇 번씩 스마트폰에서 사용하고 있는 GPS가 우주에 떠 있는 인공위성의 신호를 받아 동작한다는 것을 모르는 일반인들도 많다. 과학기술에 관심이 많은 이공계 출신의 기술인들도 GPS의 기본원리가 삼각측량이라는 정도는 알지만 GNSS²⁾라는 용어는 익숙하지 않은 경우가 많다. 그만큼 위성항법 기반의 정밀측위기술이 친숙하지 않은 전문영역이며, 개념과 용어에 대한 기본지식이 있어야만 이해할 수 있는 분야이다. GPS 기초부터 시작하여 방송과 자율주행으로 이어지는 긴 이야기를 차근차근 따라가다 보면 위 의문에 대한 궁금증이 풀릴 것으로 기대한다.

cm급 정밀측위기술, RTK(Real-Time Kinematic)

우리는 이미 GPS에 대한 많은 경험을 가지고 있다. 스마트폰으로 택시를 호출할 때 똑똑한 앱이 알아서 나의 위치를 전송해 준다. 하지만 가끔 택시가 엉뚱한 곳에서 나를 기다리며 전화로 서로의 위치를 확인해야 하는 상황이 벌어진다. 바로 GPS의 오차 때문이다.³⁾

GPS는 하늘 위의 인공위성 신호를 받아 동작하기 때문에 건물이나 나무 등으로 하늘이 일부 가려진 경우에는 수백 m의 오차가 발생하기도 한다. 개활지(Open Sky)인 경우에도 GPS는 [그림 1]과 같이 다양한 원인으로 인해 평균

1) MBC RTK : (주)문화방송의 고정밀 측위 서비스 공식 브랜드 (<http://rtk.mbc.co.kr>)

2) GNSS(Global Navigation Satellite System) : 세계 위성 항법시스템으로 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS, 유럽연합의 Galileo, 중국의 Beidou가 대표적이다. 일반명사인 GNSS보다 고유명사인 GPS가 일반용어로 굳어졌으며, 이 글에서도 GPS 용어를 사용하고자 함.

3) 스마트폰은 GPS뿐만 아니라 기지국 신호, Wi-Fi, Bluetooth Beacon 등 다양한 실내의 측위 기술을 복합적으로 사용하기 때문에 위 현상을 GPS 오차로 단정할 수 없지만 주제를 벗어나므로 설명을 생략함.

5~10m 정도의 오차를 갖는다. 이런 오차 원인 성분들은 대부분 수십km 이내의 인접한 공간에서 공통으로 발생하며 유사하게 작용하는 특징이 있다. 쉽게 말하면 A와 B가 비슷한 위치에 있을 때, GPS의 오차도 비슷하게 발생한다는 의미이다. 따라서 A의 오차를 구해서 오차 정보를 생성하고, 이 정보를 B에 전달하여 오차를 상쇄시키면 B도 더 정확한 위치 정보를 얻을 수 있게 된다.

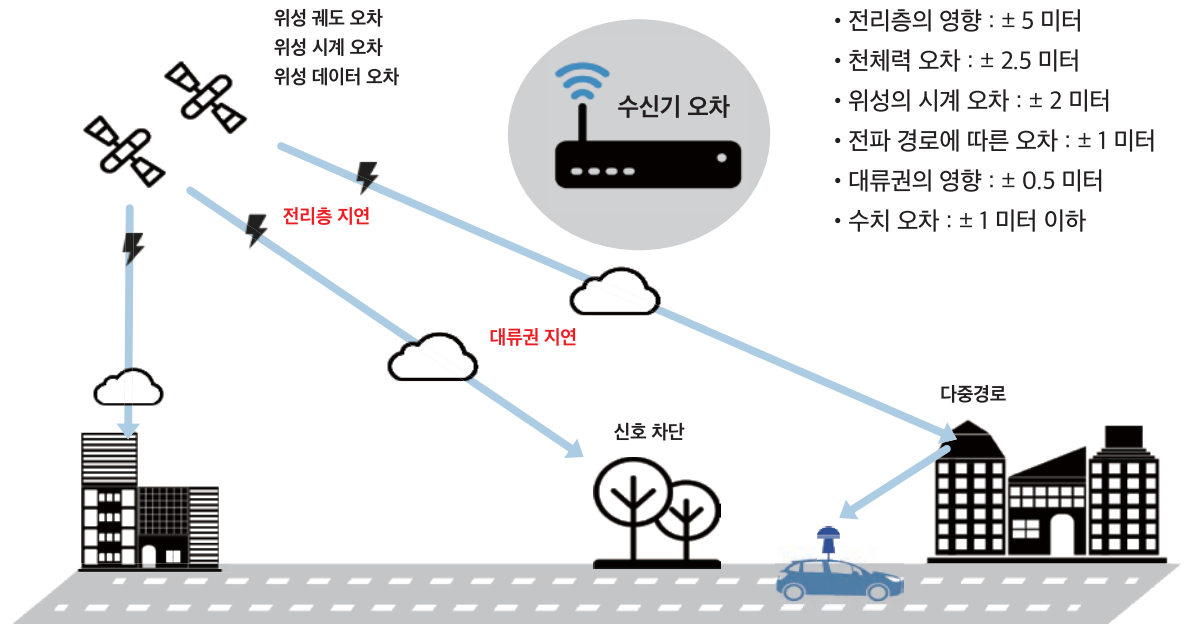


그림 1. GPS의 다양한 오차 원인 / 출처 : MBC

절대 좌표⁴⁾를 알고 있는 고정된 위치에 매우 정교한 GPS 안테나와 수신기를 설치하고 1초마다 GPS 위치 정보를 측정하여 절대 좌표와 비교하면, 매초 GPS의 오차를 구할 수 있다. 이러한 오차를 이용하여 보정 정보를 생성하는 설비를 기준국(Base Station)이라고 한다. 기준국에서 생성된 보정 정보를 인접한 공간⁵⁾에서 이동하는 GPS 수신기(Rover)로 전달하여 공통오차를 상쇄시키는 보정 연산을 수행하면 1m급의 정확한 위치 정보를 얻을 수 있다. 이를 DGPS(Differential GPS) 기술이라고 한다.

RTK는 DGPS 기술 중의 하나로 일반 GPS가 사용하는 위성 신호의 코드파(Code Phase)뿐만 아니라, 1,000배 이상 정밀한 반송파(Carrier Phase)를 사용하여 실시간으로 1~2cm 오차 수준의 위치 정보를 획득할 수 있는 기술이다. RTK가 어떻게 cm급 정밀도를 가질 수 있는지에 대한 설명은 쉽지 않으나, 간단히 비유하자면 위성과 GPS 안테나 사이의 거리를 훨씬 촘촘한 자로 재는 방식이라고 이해하면 될 것이다.

RTK 기술은 일반 GPS와 차별되는 특징들을 가지고 있다.

첫 번째는 높은 정밀도만큼이나 일반 GPS 대비 사용조건이 까다롭다. 반송파를 사용하기 위해 GPS 안테나는 하늘을 바라보는 형태의 지향성⁶⁾이어야 하며, RTK 연산이 가능한 수준의 위성 신호 세기를 확보해야 한다. 스마트폰의 내장형 GPS 안테나는 지향성이 아니고, 위성 신호 수신 세기가 약하기 때문에 RTK 기술을 적용할 수 없다. RTK가 주로 차량이나 드론과 같은 이동체에 사용되는 이유이다.

4) 절대좌표 : WGS84 기준좌표계에서 밀리미터(mm) 수준의 위도, 경도, 고도 좌표. 예) MBC 상암 기준국 좌표(위도:37.58074561°, 경도:126.89220992°, 고도:106.946m)

5) 인접한 공간 : 통상 기준국으로부터 10~20km 이내

6) 지향성 GPS 안테나 : 하늘을 바라보며 지상의 멀티패스 신호를 차단하는 원반형 구조의 GPS 안테나

기법	내용	정밀도
단독측위	GPS 수신기 1대로 위치측정	20 m
DGPS	측량용과 항법용 수신기를 결합하여 이동체의 후처리 및 실시간 정밀위치 측정	1~5 m
후처리 상대측위	2대 이상의 측량용 GPS 수신기를 이용하여 고정밀 상대위치 측정하나 실시간 불가능	수 mm
실시간 이동측위	2대 이상의 측량용 수신기를 이용하여 실시간 고정밀 위치 측정	1~2 cm

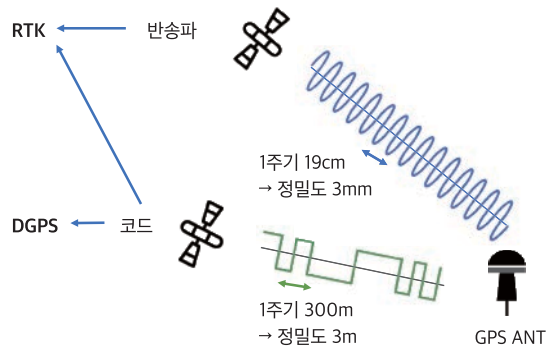


그림 2. RTK의 정밀도와 반송파를 이용한 측정 원리 / 출처 : MBC

두 번째는 항상 cm급 정밀도가 나오는 것이 아니라는 점이다. RTK GPS 수신기에 보정 정보를 입력하면 RTK 연산이 시작되는데 상황에 따라 Standalone, Float, Fix의 3가지 모드로 상태가 전이된다. Standalone은 보정 정보가 없거나, RTK 연산을 수행할 수 없는 경우로 일반 GPS와 동일한 상태이다. 즉, RTK 동작을 위한 충분한 위성 신호를 확보하지 못한 상황이다. Float는 RTK 연산을 수행하나 정확한 위치값을 특정하지 못하는 상태이고, Fix는 cm급의 위치결정이 이루어진 상태를 말하며 cm급 오차를 보장한다. 따라서 RTK가 cm급 정밀도라고 말하는 것은 Fix 상태에 국한해서 하는 말이다.

이로 인한 세 번째 특징은 가용성(Availability)과 컨버전스 타임(Convergence time)이 중요하다는 것이다. 가용성은 RTK를 사용하는 동안 Fix 상태가 얼마나 많이 나타나는지에 대한 척도이며, 컨버전스 타임은 RTK 연산을 통해 Fix 상태의 결과값이 도출되는데 걸리는 시간을 의미한다. 예를 들어 자율주행자동차에 부착된 RTK GPS가 넓은 고속도로를 주행할 때는 Fix가 되는데 건물이 있는 도심도로에서 Fix가 되지 않는다면 도심 자율주행을 수행하기 어려울 것이다. 또 터널을 통과해서 나온 차량의 정확한 위치를 짧은 시간 안에 Fix 상태로 알 수 있다면 자율주행에 보다 유리할 것이다. 이처럼 가용성과 컨버전스 타임은 RTK 기술에 있어 매우 중요한 성능지표이며, 이는 RTK GPS 단말기의 성능과 보정 정보의 품질에 따라 결정된다.

MBC RTK는 지난 수년간의 기술개발을 통해 테헤란로에서 2~3cm급 정밀도를 보장하면서도 가용성 95%를 달성하는 서비스를 제공하고 있다. 수천만 원에 이르는 고성능 RTK GPS 단말기뿐만 아니라 중저가의 단말기에서도 우수한 성능을 보여주며, MBC에서 직접 개발한 RTK GPS 단말기도 판매하고 있다. RTK 기술에 대한 더 많은 정보는 MBC RTK 공식 홈페이지(<http://rtk.mbc.co.kr>) > Technology에서 찾아볼 수 있다.

환상의 짝꿍, 방송과 보정 정보

지금까지 cm급 정밀측위기술인 RTK를 설명하면서 방송과 관련된 내용은 한 번도 등장하지 않았다. 도대체 RTK 기술과 방송이 무슨 연관이 있는 것일까? 결론부터 말하자면 보정 정보의 전달 매체로서 데이터방송 기술이 사용될 수 있다는 점이다. 보정 정보는 RTCM⁷⁾ 형식의 데이터이고 데이터는 다양한 유무선 통신수단을 이용해서도 전달할 수 있다. 그렇다면 왜 굳이 데이터방송을 이용했을까? 이는 보정 정보 데이터의 특징이 방송의 특성과 매우 잘 맞아떨어지기 때문이다.

7) RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Services) : 해양서비스를 위한 무선기술위원회로 국제 표준기구임. 보정 정보의 표준 규격을 제정함

첫 번째 특징은 **휘발성**이다. RTK 보정 정보는 초당 평균 1KB 정도의 크기로 매우 작지만 지속해서 갱신되어야 한다. GPS에 영향을 주는 오차 성분들이 계속해서 조금씩 변화하기 때문이다. 이동통신을 통해 하루 24시간 31일간 보정 정보를 수신하는 것을 가정하면 월 2.5GB의 데이터 용량으로 적지 않은 요금이 발생할 것이다.

두 번째 특징은 **경향성**이다. 오차 성분의 변화가 어느 정도 패턴을 가지고 있기에 보정 정보를 지연 없이 전송할 필요는 없다. 학계에서는 통상 보정 정보가 1초의 갱신주기와 10초 이하의 전송지연을 만족하면 cm급 정밀도를 획득하는데 충분하다고 본다. 가끔 실시간으로 빠르게 움직이는 물체의 정확한 위치를 계산하려면 보정 정보를 초저지연으로 전송해야 하는 게 아니냐는 질문을 받는다. 보정 정보는 오차를 상쇄시키는 역할을 할 뿐 실시간 위치계산은 RTK GPS 단말기가 수신한 실시간 위성 신호를 가지고 하는 것이다. 앞서 언급한 바와 같이 GPS의 오차는 10초 안에 크게 변하지 않는다. 따라서 대략 5초 전후의 전송지연을 가지고 있는 기존 데이터방송 전송방식을 그대로 사용해도 보정 정보 전송서비스를 수행하는데 문제가 없다.

세 번째 특성은 **보편성**이다. 보정 정보는 오차를 관측한 기준국으로부터 10~20km까지 유효하게 사용할 수 있다. 보정 정보의 품질이 높은 MBC RTK 보정 정보는 30km 반경까지도 하나의 보정 정보로 커버할 수 있으며, 여러 보정 정보를 한데 묶어 전송하면 커버리지를 더 확장할 수 있다. 넓은 지역 내의 이용자가 모두 같은 데이터를 수신하여 RTK 서비스를 이용할 수 있다는 것이다. 이는 통신의 발달로 개인화가 뚜렷해진 영상콘텐츠와는 달리 누구나 공기처럼 보정 정보 데이터를 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

이러한 특성들로 인해 데이터방송과 보정 정보 서비스는 아주 궁합이 잘 맞는 환상의 짝꿍이라고 말할 수 있다. 물론 이것이 통신망을 쓰는 것보다 방송망을 쓰는 게 기술적으로 우월하다는 의미는 아니다. 다만 앞으로 보정 정보에 대한 시장의 수요가 폭발적으로 증가할 경우 불특정 다수에게 동일한 데이터를 전송할 수 있는 방송서비스가 중요한 역할을 할 것이라 예상된다. 이에 대한 준비로 MBC는 기존의 인터넷 및 DMB 데이터방송뿐만 아니라 ATSC 3.0 Mobile을 통한 보정 정보 전송서비스도 꾸준히 개발해 나가고 있다.

정밀 측위와 자율주행 기술

자율주행자동차의 3가지 핵심요소는 인지, 판단, 제어이다. 그중 인지는 차선을 식별하고, 장애물을 감지하며, 차량의 위치를 검출하는 것을 말한다. 이를 위해 [그림 3]과 같이 카메라, 레이더, 라이다, GPS 등 많은 센서들이 사용된다. 그중에서 본 고에서는 경로와 위치를 판단하는 GPS 관점에서 자율주행 기술을 말해 보고자 한다.

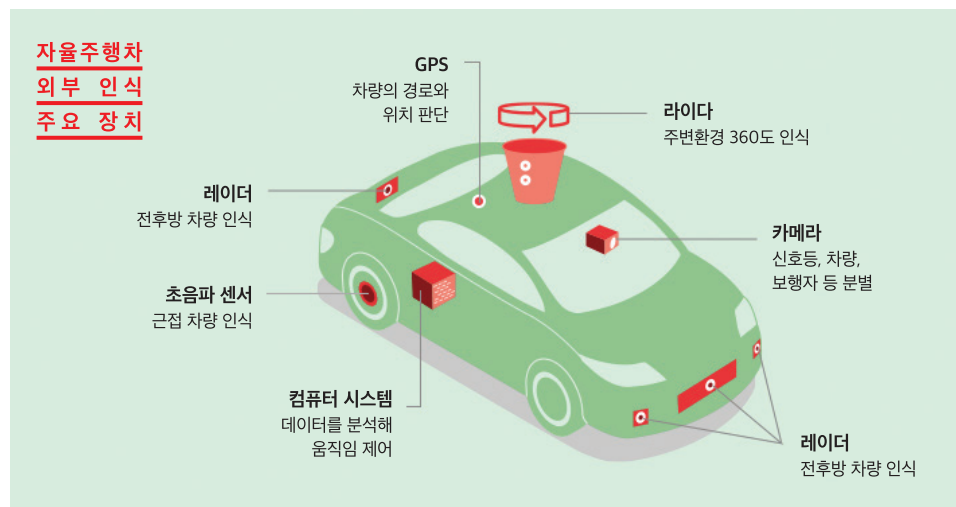


그림 3. 자율주행차의 주요 장치 / 출처 : 현대자동차그룹(HMG) 저널

자율주행 기술을 논할 때 자율주행자동차로부터 시작하면 머리가 혼란스럽다. 복잡한 도로와 각종 장애물, 교통신호, 운전자와 보행자의 안전까지 생각하다 보면 과연 자율주행 시대가 올 수 있을까 하는 의구심이 든다. 그런데 20년 전부터 GPS만으로 자율주행을 적용한 산업 분야가 있다. 바로 농업이다. 1995년 GPS의 상업적 이용이 가능해지면서 가장 먼저 미국에서 auto-steering 기술을 활용해 자율주행 경작을 시작하였다. 장애물이 없고 안전의 위험이 없는 환경에서는 지도 위에 이동 경로만 설정해 주면 GPS 좌표를 따라 자율주행을 할 수 있다. 하늘을 나는 드론도 충돌 위험이 없는 고도에서는 비교적 쉽게 자율비행이 가능하다. [그림 4]와 같이 비행경로 지정만 하면 자동으로 미션을 수행한다.



그림 4. 자율비행 드론의 경로 지정 예시 / 출처 : Ardupilot.org

그런데 농기계와 드론에 적용된 GPS에도 수m~수십m의 오차가 발생하기 때문에 여러 가지 문제점들이 발생한다. 농기계의 경우 경작지를 빠짐없이 중복되지 않게 작업하는 것이 중요한데 GPS의 오차로 인해 미경지와 Overlap이 발생한다. 대규모 기업형 농업 위주인 북미에서는 이로 인한 비용손실이 크기 때문에 RTK 기술이 상용화된 초기부터 정밀농업에 RTK를 사용해 왔다. 드론도 4차 산업혁명의 아이콘으로 떠오르면서 다양한 응용 분야에 적용되며 점점 지상과 가까운 상공에서 비행하고 있다. 설정한 경로를 오차 없이 비행하지 않으면 충돌과 추락의 위험을 피하기 어려워지면서 RTK 기술이 필수적인 요소로 자리 잡고 있다. 특히 전진, 후진만 가능한 차량과는 달리 동서남북 어디로든 즉시 이동할 수 있는 드론은 전방 기준의 방위각이 얼마인지 감지하는 것이 자율비행에 있어 매우 중요한데, 이를 나침반(Compass)이 담당한다. 나침반은 주변의 자기장에 매우 민감하게 반응하여 오류가 빈번하게 발생하는 센서로, 드론추락의 가장 큰 원인이 된다. 드론이 지면 가까이 내려와 임무를 수행하기 위해서는 이 문제에 대한 해결이 필수적이며, 이는 2개의 정밀 위치값을 얻을 수 있는 듀얼 안테나 RTK 기술을 통해 해결할 수 있다.

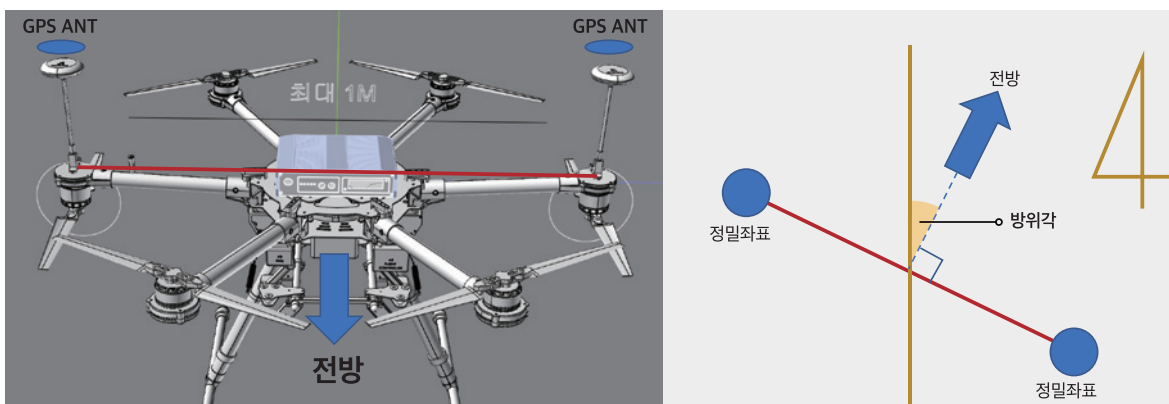


그림 5. 듀얼 안테나 RTK를 이용한 방위각 측정 원리 / 출처 : MBC

[그림 5]와 같이 cm급 정밀좌표를 얻을 수 있는 2개의 GPS 안테나를 드론의 전방과 수직하게 장착하면 2차원 평면 위에서 방위각을 계산해 낼 수 있다. 자기장의 간섭 없이 드론의 자율비행이 가능해지면 사람의 손이 닿기 힘든 다양한 응용 분야에 활용될 수 있다. 이처럼 RTK 기술은 자율주행의 완성도를 높이고, 안전성을 확보하며, 응용 분야를 넓혀 나가기 위한 핵심기술로 사용되고 있다.

이제 자율주행자동차의 GPS에 대해서도 생각해 보자. 사실 불과 얼마 전까지만 하더라도 자율주행자동차 연구 분야에서 고정밀 GPS는 크게 주목받지 못했다. 차선을 유지하며 다른 차들과 충돌하지 않고 주행하는 것이 최우선이었으며, 터널이나 지하주차장 등 위성 신호 단절구간에서 사용할 수 없는 GPS의 한계도 분명했다. 그러나 GPS와 관성항법장치(INS)가 결합되고, 카메라와 라이다 등의 센서 정보까지 결합하여 위치를 식별하는 Sensor Fusion 기술이 발전하면서 고정밀 GPS의 중요성은 점점 커지고 있다. 상대 위치가 아닌 지도상의 절대 위치값을 정밀하게 측정할 수 있는 장치는 고정밀 GPS가 유일하기 때문이다. 또한 레벨 4 자율주행차에 대한 연구에서는 차량의 센서 정보만 가지고는 안전주행을 담보하기 어렵다고 판단하여 다른 차량이나 인프라로부터 수집된 정보를 제공하는 LDM(Local Dynamic Map) 시스템을 개발하고 있다. LDM에는 정밀전자지도도를 포함하고 있어 이를 활용하기 위해서는 고정밀 GPS를 필수적으로 사용해야 하며, 전국 주요 도로의 정밀전자지도도를 구축/유지하기 위해서도 정밀측위기술이 이용되고 있다. 자율주행기술의 수준이 높아짐에 따라 정밀측위기술은 선택이 아닌 필수적인 요소가 되고 있고, 위치 정보 정확도(Accuracy)뿐만 아니라 신뢰도(Reliability)에 대한 중요성이 높아지고 있다. 특히 탑승자의 안전이 최우선시 되어야 하는 자율주행 기술에서는 장치의 오류를 방지하기 위한 안전중복(Redundancy)을 확보해야만 한다. 따라서 정밀측위기술도 GPS뿐만 아니라 다양한 측위 기술들이 융합될 것이며, 데이터 전송 매체도 방송과 통신이 상호보완적인 역할을 담당하며 발전해 나갈 것이다.

결론

지금까지 GPS, 그중에서도 cm급 정밀측위기술인 RTK에 대하여 소개하고, 이를 사용하기 위해 필요한 보정 정보와 데이터방송의 적합성, 그리고 자율주행 분야에서 정밀측위기술이 어떻게 활용되어 가치를 발휘하고 있는지에 대해 장시간 이야기해 보았다. 4차 산업혁명은 기존의 경계를 허물고 보다 유익한 가치를 창출해 내기 위한 ‘기술융합’의 시대라고 말한다. 어찌 보면 지금까지 방송, 측위기술, 자율주행의 연결고리를 설명했던 논리보다 ‘기술융합’이라는 한 단어가 ‘왜 MBC가 이런 걸 하지?’라는 질문에 대해 더 현실적으로 답변하고 있는지 모른다.

자율주행 기술은 다양한 모습으로 우리의 삶에 들어와 새로운 경험과 혜택을 제공하게 될 것이다. 그 기술의 핵심요소 중 하나가 정밀 측위이며, 이를 위해 누군가는 보정 정보를 제공해야 한다. 그래서 MBC는 3년 전 과감히 전국 방송망에 보정 정보를 실어 보냈다. 일론 머스크도 세계 모든 곳에서 인터넷을 쓸 수 있는 시대를 꿈꾸며 우주인터넷, 스타링크(Starlink) 구축을 계획하고, [그림 6]과 같이 우주에 1만 2000개의 인공위성을 쏘아 올릴 예정이다. 그리고 작년 5월에 스타링크의 1단계 위성 60기가 발사되어 지구 상공 위를 돌고 있다.



그림 6. 우주 인터넷 스타링크 개념도 및 스타링크 1단계 위성 관측 사진 / 출처 : ViralVideoLab

비록 어마어마한 스케일의 차이가 있지만 미래의 모습을 예측하여 필요한 기술을 파악하고 남들보다 한발 먼저 도전하고, 실행해 나가고 있다는 측면에서 필자는 동질감과 함께 경쟁심이 느껴지기도 한다. 몇 년 후 도심을 누비기 시작할 자율주행자동차에 ATSC 3.0 수신기가 먼저 탑재되어 있을지 스타링크 수신기가 탑재되어 있을지 그 결과를 기대해 본다. 📡