



## NASA researchers aim to help get airborne wind power systems off the ground

공중부양 풍력발전 시스템을 지원하기 위해 나서는 NASA의 연구원들

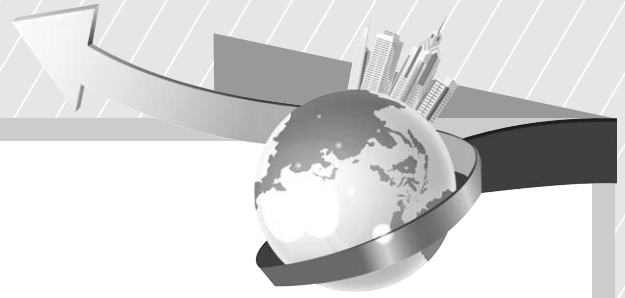
Currently, land-based tower wind turbines are the dominant source of wind power, but they take up a lot of space and generally need to be placed in high visibility areas, such as the tops of hills or ridges. They are also located close to the ground, where friction from the Earth's surface slows the wind and increases its turbulence, negatively affecting the efficiency of the turbines. NASA engineers are looking at technologies that would help airborne wind power systems, capable of generating much more power, get off the ground.

There are two basic types of kite-based airborne wind-energy systems. "Flygen" systems see turbines built into the kite that generate the electricity and feed it via a tether to a storage or distribution device on the ground. The second features a ground-based generator that is powered by the reeling out of the tether as the kite

현재 풍력발전의 대부분은 지상형 타워 방식의 풍력 터빈으로 이루어지고 있다. 이런 방식은 많은 공간을 차지하고 언덕이나 능선과 같이 눈에 잘 띄는 곳에 위치해야 한다는 단점이 있다. 또한 지상에 설치됨으로 인해서 지표면과의 마찰로 인하여 풍속이 저하되고 대기의 난류가 증가하여 터빈의 효율성에 나쁜 영향을 끼치기도 한다.

이러한 점들을 극복하기 위하여 현재 NASA의 엔지니어들은 기존의 방식보다 훨씬 많은 전력을 생산할 수 있는 공중부양 풍력발전 시스템의 연구에 매진하고 있다.

연 형태의 공중부양 풍력발전에는 기본적으로 두 가지 방식이 있다. 'Flygen' 시스템은 연에 내장시킨 터빈으로 전기를 생산하고 이를 밧줄을 통하여 지상에 위치한 저장소나 배전기와 연결하여 전기를 송전하는 방식이다. 또 하나의 방식은 지상에 설치된 발전기와 연결한 연을 바람에 날려서, 연결된 밧줄이 늘어나고 줄어드는 움직임에 의해서 전기를 생산하는 것이다. 이는 마치 요트와



catches the wind. By tacking the kite upwind like a sailboat, the periodic reeling-in phase takes much less energy – around 10 percent – than is produced by the reeling-out phase, resulting in a 90 percent net energy gain.

Both systems also rely on the aerodynamics of the kite and autonomous flight control. It is these two aspects of the technology that NASA researchers are looking to improve to help make airborne wind-energy systems a viable alternative to ground-based turbines.

“A lot of the systems that are flying have pretty cruddy aerodynamics,” says David North, an engineer at NASA’s Langley Research Center in Virginia. He points out that companies under deadline pressure from investors aren’t able to spend much time on the difficult challenge of optimizing the kite’s efficiency. “Here at NASA,” he said, “we have the luxury of focusing very specifically on problems and not have to worry about getting a commercial product fielded by a certain date.”

같이 연에 맞바람을 비스듬하게 받게 하면, 주기적으로 당겨지는 움직임은 풀어지는 움직임의 10% 정도의 에너지만을 소비하게 되기에 결국 총 90%의 에너지를 얻을 수 있는 구조이다.

두 방식은 모두 연의 항공 역학과 자율비행기술에도 의지하고 있는데, 이 두 가지 점이 바로 NASA의 연구원들이 공중부양 풍력발전을 위해서 주목하고 있는 기술이다.

“공중부양을 하는 대부분의 발전기들은 꽤나 투박한 항공 역학에 의해서 움직이고 있다.”라고 버지니아 주에 위치한 NASA 랭글리 리서치 센터의 엔지니어 David North는 말한다. 그는 투자자들로부터 마감 기한 압박을 받고 있는 업체들은 연의 효율성 연구에 마냥 시간을 할애할 수는 없을 것이라고 말하며, “여기 NASA에서는 마감에 신경쓰지 않고 특정한 문제들에 몰두할 수 있는 특권을 누릴 수 있다.”고 밝혔다.



North says that, while several companies attempting to bring airborne wind energy to market have demonstrated autonomous flight, they have relied on sophisticated onboard electronics and flight-control systems, comparable to autopilot systems used on commercial aircraft. “Our goal is to simplify the whole thing,” he said, “especially if we are only flying at 2,000 feet, which is in most cases below the clouds.”

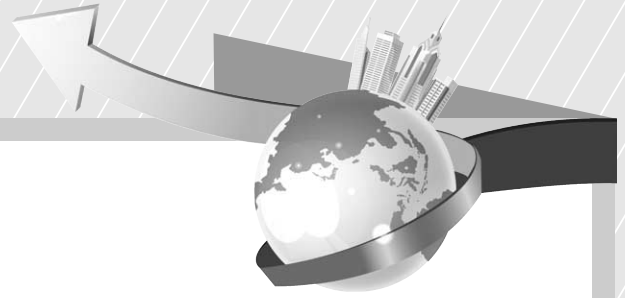
North and his colleagues at Langley achieved the world’s first sustained autonomous flight using only ground-based sensors on March 1, 2012. “The breakthrough we’ve made is we are basically using a cheapo digital webcam tied into a laptop computer (on the ground) to track the motion of the kite and keep it flying autonomously,” North explained.

The system developed by the NASA researchers builds on the principle that the tips of a wind turbine’s blades generate as much as 90 percent of the turbine’s power because they are further from the hub and spin faster than the rest

North는 공중부양 풍력발전 시스템을 상용화 시키려고 시도한 몇몇 업체들이 자율비행을 시연 하기는 했지만, 사업용 항공기에서 사용되는 자동 비행 시스템이 아닌 복잡한 전자기기와 비행제어 시스템에 의존하였다고 하면서, “우리의 목적은 모든 것을 단순화시키는 것이다. 특히 저공비행을 할 경우에 말이다.”라고 말했다.

North와 그의 동료들은 2012년 3월 1일, 오직 지상형 센서만을 이용하여 지속 가능한 자율 비행을 성공시켰다. “우리의 연구 성과는 싸구려 디지털 웹 카메라에 연결된 노트북 컴퓨터 만으로 연의 움직임을 추적하면서 자율비행이 가능하게 했다는 점에서 의미가 있다.”라고 North는 설명했다.

NASA의 연구원들이 개발한 이 시스템은 풍력 발전기가 축으로부터 가장 멀리 떨어져 있어 다른 부분에 비해서 빠르게 회전하는 풍력터빈 날개의 끝부분에서 전체 에너지의 90%를 생산 한다는 원리에 기반하고 있다. 이 원리에 입각하여 풍력터빈을 고정된 위치가 아닌 빔줄의 끝에



of the blade. In effect, placing a wind turbine at the end of a tether instead of it being attached to a concrete foundation allows the kite to act as a flying blade tip. It also allows the system to harness the much faster and steadier winds that can be found at higher altitudes.

The autonomous system functions in a similar way to Microsoft's Kinect, with pattern recognition software determining where the kite is positioned, how it is oriented, and how fast it is moving. This data is fed into a flight-control system that keeps the kite in the air flying in a figure-8 pattern. The prototype kite only had a wingspan of about 10 feet (3 m), which is much smaller than the devices expected to be used in commercial applications. "Some people are talking very large, like wings the size of Boeing 747 airliners," North said

So far, the team's test flights have been limited to low altitudes to avoid interfering with aircraft, but they are trying to gain permission to fly at 2,000 feet for long periods of time in the restricted airspace reserved for NASA

설치하면 연이 날개의 끝부분과 같은 역할을 하게 되며, 결과적으로 보다 높은 고도에서만 존재하는 더욱 빠르고 안정적인 바람을 이용할 수 있게 된다.

자율비행 시스템은 패턴 인식 소프트웨어가 연의 위치와 방향, 그리고 속도를 정한다는 점에서 마이크로소프트 사의 비디오 게임 컨트롤러인 키넥트와 비슷하게 작동한다. 모든 데이터는 연이 계속해서 8자 비행을 하도록 유지시키는 비행 제어시스템으로 전송된다. 시제품은 날개길이가 3미터 정도로, 상업용 제품은 훨씬 크게 제작될 예정이다. North의 말에 따르면 어떤 이들은 보잉 747기의 날개 정도의 크기로 만들기를 원한다고 한다.

지금까지의 시험비행들은 비행기와의 충돌을 피하기 위해서 낮은 고도에서만 이루어졌다. 그러나 현재 연구원들이 버지니아 주에 위치한 NASA 소유의 Wallops 섬 상공의 2,000피트의 고도에서 장시간 비행을 하기 위한 승인을 얻기 위해서 노력 중이다. 2,000피트 이상의 상공은



above Wallops Island, Virginia. Above 2,000 feet is considered the sweet spot for airborne wind-energy systems.

While the research will benefit renewable energy generation on Earth, NASA says the airborne power-generation systems could also be put to use on neighboring worlds, such as Mars, Venus, and Titan.

“The funny thing about wind energy,” North said, “is it goes by velocity cubed. So you can still extract significant amounts of energy even if the density is very low (like the thin atmosphere on Mars).”

공중부양 풍력발전 시스템에 있어서 가장 적합한 고도이다.

NASA에 따르면 그들의 연구 결과는 지구 뿐만이 아닌 화성, 금성, 토성과 같은 우주 공간에서도 활용될 수 있을 것이라고 한다.

“풍력에너지의 재미있는 점은 속도의 세제곱에 해당하는 에너지를 얻을 수 있다는 점입니다. 따라서 화성과 같이 대기의 밀도가 매우 낮은 곳에서도 상당량의 에너지를 얻을 수 있습니다.” 라고 North는 설명한다. KEA



The system developed at Langley flies a kite in a figure-8 pattern to power a generator on the ground (Photo: NASA)

랭글리 리서치 센터에서 개발된 시스템은 연을 8자 모양의 패턴으로 비행시켜 지상에 위치한 발전기에 에너지를 공급한다.