

본 스크립트는 KERIS에서 운영하는 영어스크립트제작봉사단(OES)의 영어재능기부를 통해 제작되었습니다.

\* 번역자 : 김경진(숙명여대), 허윤지(홍익대 대학원), 김은총(한국외대) 박선률(금강대)

---

## SDF2014

\*연사: 헨리 마크램 / Markram, Henry

\*소속/직함: 휴먼 브레인 프로젝트 총감독자 / Director, Human Brain Project

\*연설: "휴먼 브레인 프로젝트[HBP]: 인간의 뇌를 가상 공간에서 구현하다"  
"The Human Brain Project"

---

(Time code 00:53:16)

김성준:

네, 이제 다음 기조연설로 넘어가겠습니다

**Okay, now let's move on to our next keynote speech.**

요즘 핫한 기술이다 이렇게 얘기하는 것 중에

하나가 웨어러블 컴퓨터, 웨어러블 디바이스

이렇게 얘기를 하죠

**Some of the most popular technologies that are frequently talked about nowadays include wearable computers and wearable devices.**

지난, 어제 사실 서울디지털포럼에도 이 부분이

잠시 소개가 됐습니다마는, 이게 이제 지금 가장

핫한 기술이고 그럼 그 다음 기술은 뭐겠냐

이런 고민을 하고 와서 생각을 해보니까 바로

인공지능 기술 아니겠냐는 이런 얘기가 나왔습니다

**Last time, well, at yesterday's SDF actually, this was partly mentioned**

**and we talked about which technology is in trend at the moment.**

**We also talked about what kind of technology would take over  
this in the near future, and some have mentioned that  
it would be artificial intelligence.**

사람처럼 생각하고 사람처럼 행동하는 그런

더군다나 사람의 감정까지 이해하는 기술

이게 가능할지에 대한 이제 고민이 시작이 되는 건데요

**This meaning, computers being able to think and act like people,  
even to the point where they understand people's emotions.**

**We are now wondering whether or not this would come to reality.**

뇌를 컴퓨터로 복사해서 인공지능을 현실화시키는

그런 과정을 연구하고 계시는 분이 있습니다

**There is someone who is working on this project to make this happen,  
by scanning the human brain and transferring this to the computer.**

유럽 연합이 진행하는 휴먼 브레인 프로젝트라는 게

있는데요, 이걸 주도하고 있는 헨리 마크램 교수를

이 자리에 모셔서 기조연설을 듣겠습니다

**The European Union is currently conducting a project called  
'The Human Brain Project', and we are now going to have Henry Markram,  
the leader of this project, to talk about this subject.**

박수로 환영해 주십시오

**Please give him a round of applause.**

(Time Code 00:54:20)

헨리 마크램:

Good morning.

안녕하세요

So, what you just saw was millions of pieces of information that have been gathered over the past hundred, maybe even two hundred years that are coming together to form an integrated, unified and holistic understanding of the human brain.

자, 여러분께서 방금 보신 것은 지난 백 년

어쩌면 이백 년에 걸쳐 형성된 백만여 개의

정보들이 모여 복합적이고 통합된, 전체적인 인간의

뇌에 대한 이해가 가능하게 된 과정입니다

Did you know that the world spends about 7 billion dollars every year digging into different parts of the brain?

Did you know that we generate so much data as neuroscientists that we don't even know what we know about the brain?

여러분은 전 세계에서 매년 약 70억 달러가

뇌의 여러 부분들을 연구하기 위해 쓰인다는

것을 알고 계셨습니까? 여러분은 신경 과학자들인

저희가 너무나 많은 양의 데이터를 만들어내기 때문에

뇌에 대한 정보를 제대로 알고

있지 못하다는 사실을 아셨습니까?

(Time Code 00:55:18)

In fact, the one thing that is common between this presentation and the next one you're gonna hear about Watson, is that what we have realized is that human beings can no longer understand what they are generating.

사실, 지금 이 발표와 다음에 들으실 웨슨에 대한

발표에는 하나의 공통점이 있는데요, 인간은

더 이상 자신들이 생성해내는 것을 이해하지

못한다는 사실을 알아냈다는 점입니다

We need machines to help us digest the information and achieve an understanding that is beyond what we individually can do.

우리는 기계의 도움을 필요로 하는데요

정보를 흡수하고 이해하기 위해서 그리고

우리 스스로 할 수 있는 범위를 넘어선

이해력을 위해 필요합니다

So, the European Commission has awarded one of its historic grants of a billion Euros to about 100 scientists around Europe and around the world to be able to solve this problem.

이 때문에 유럽연합 집행위원회에서는

역사적인 기금을 수여했는데, 10억 유로를

유럽을 포함한 전 세계의 백여 명의

과학자들에게 줌으로써

이런 문제를 해결하도록 했습니다

And what we're going to do is to bring all this information together to try to build a digital model of the human brain

and simulate it on super computers.

우리는 이것으로 모든 정보를 한데 모아서

인간의 뇌를 디지털 모형으로 만들어 슈퍼컴퓨터를

이용해 모의 실험을 하는데 활용하려고 합니다

(Time Code 00:56:18)

Now, the drumbeat there actually is because the clock is ticking  
and we're going deliver that by 2023.

자, 지금 들리는 저 북소리는 사실

시계가 똑딱거리는 소리인데요

우리는 이것을 2023년에는

이 실험이 완성되도록 할 것입니다

The story is not that simple.

이것에 대한 이야기는 단순하지만은 않습니다

What we need to do to understand the brain is not just to build a telescope  
like the Hubble Space Telescope  
to look very far and very wide into the brain  
or to build a microscope that can look very deep and very narrow into the brain.

뇌를 이해하기 위해 우리가 해야 하는 일은

단순히 허블우주망원경 같은 망원경을 이용해

뇌를 멀리 떨어져서 넓은 시야를 통해 보거나

현미경을 이용해 뇌 속을 깊고 좁은 시야를

통해 봄으로써 관찰할 수 있는 것이 아닙니다

We actually need to build a multi-scope.

우리 이것을 하기 위해서는 사실

멀티스코프를 만들어야만 합니다

We need to be able to look down at the level of the genes  
and the proteins and the cells and to look further up  
as how these build together to produce all the magic  
that we know the brain produces and that you saw in Sherlock.

우리는 유전자와 단백질 그리고 세포의 단계까지

볼 수 있어야 하고 이 모든 것들이 어떻게 뇌를

형성하고 있는지 까지 살펴봄으로써 여러분께서

아까 설록에서 보셨듯이 뇌가 어떻게 이런

마법 같은 일을 해내는지 알아야 하는 것이죠

So, the way we're going to do that is  
to build a kind of Microsoft for the brain, or Google for the brain.

따라서 우리가 이 일을 해내기 위해 필요한 것은

뇌를 위한 마이크로소프트나 구글을 만들어내는 것입니다

Well, we're going to bring all the information  
that we have ever accumulated on the brain  
and bring it uploaded into this environment, organize it

저희는 뇌에 대한 모든 정보를 가져와서

지금까지 저희가 축적해둔 모든 정보를 말입니다

이 정보를 이런 환경에 업로드한 뒤 이것을 정리할 텐데요

because in some cases it's very messy and different scientists producing different data, we're gonna organize it, and then we're going to develop algorithms that connect all of this data to help us specify with as much detail as possible, the entire structure of the brain.

왜냐하면 과학자들마다 수집한 데이터가  
다르기 때문에 정보가 엉망일 수 있어요  
그래서 우린 이 정보를 정리한 뒤에  
이것을 알고리즘으로 발전시켜  
모든 데이터에 연결될 수 있도록 하여  
우리가 최대한 자세하게 뇌의 모든 구조를  
파악하는 일을 도울 수 있도록 만들 것입니다

(Time Code 00:57:59)

So with this kind of technology, we believe that we're going to be able to begin to explore some of the magic of the brain.

그래서 저희 생각으로는 이런 종류의 기술을  
통해서 앞으로 우리가 뇌의 마법적인 부분들을  
탐구해 나가는 일을 시작할 수 있을 것 같습니다

For example, all the neurons, the universe of neurons, you have about a hundred billion neurons in your brain and in fact, if you look at all these fibers, if you had to unwrap your brain,

예를 들어 모든 뉴런은, 뉴런의 세계에는  
실제로 우리는 뇌에 8천억 개의 뉴런을 갖고 있는데요  
만약 이 뉴런의 신경 섬유질을 본다고 할 때,

그러니까 뇌를 봉대 풀 듯 푼다고 가장했을 때

you would have about a million kilometers of fibers enough to go,  
you could last to the moon and back twice.

뇌에서는 100만 킬로미터 정도 되는 섬유질이 나오는데요

이 길이는 여러분이 지구에서 달까지

두 번이나 왔다 갔다 할 수 있는 거리입니다

It runs on 20 watts, so it is an incredible machine  
and we need an incredible machine to be able to look at it and to understand it.

여기에서는 20와트의 전력도 나오는데요

이처럼 뇌는 놀라운 기계와도 같다고 볼 수 있고

따라서 우리는 이와 동일한 엄청난 기계를

만들어야만 뇌를 관찰하고 이해할 수 있을 겁니다

When they form connections or synapses,  
we'll be able to look at the entire universe of synapses.

이 뇌의 섬유질들이 신경 접합선 혹은

시냅스를 형성할 때 이 시냅스 전체의 세계를

관찰 할 수 있을 것 입니다

Your brain has about a thousand trillion synapses.

여러분의 뇌는 약 천조 개의 시냅스를 지니고 있습니다

And each of these individual synapses, they're about smaller than a bacteria.

그리고 각 시냅스는 박테리아의 크기보다도 작습니다

They each contain tens of millions of proteins,

they are used to build these synapses

시냅스들은 각 수백만 개의 단백질을 갖고 있는데요,

이 단백질들이 시냅스들을 형성하게 되는 것입니다

And they convert electricity into chemistry.

또한 이것은 전기를 화학성분으로 변환시키기도 하는데

And there are about billions of this processes

happening every second in your brain.

당신의 뇌에서는 일초마다 이 과정이

십억 번도 넘게 일어나고 있죠

And if there's a mistake

in the way that electricity is converted into chemistry, then things go wrong.

And if they do it exactly right,

that's when you can get hypothetically a Sherlock.

그리고 만일 뇌의 전기가 화학물질로 변환되는 과정에서

실수가 발생하면 잘못된 일이 일어납니다

그러나 만약 모든 과정이 정확히 잘 이루어진다면,

이때 여러분은 아마도 설록처럼 될 수 있을 것입니다

(Time Code 00:59:31)

So, we'll be able to go further to be able to  
start to do this and simulate how this works,  
we actually have to build new kinds of super computers.

이것이 어떻게 작용하는지 알기 위해서

새로운 종류의 슈퍼 컴퓨터를 만들어야 합니다

They do not exist today.

하지만 아직 발명되지 않았습니다

We do not have that kind of super computers  
that can simulate the human brain.

아직 인간의 뇌를

시뮬레이션 할 수 있는

슈퍼컴퓨터가 없습니다

We need super computers that would be able to calculate  
at a speed of about a billion, billion calculations per second.

초당 몇십억 개의 계산을 할 수 있는

슈퍼컴퓨터가 필요합니다

They need to be able to hold more than  
200 terabytes of data in their memory system.

또한 메모리 시스템에

200TB가 넘는 자료를

보관할 수 있어야 합니다

So we have been building or designing these super computers  
together with IBM and perhaps with others as well,  
and that is going to allow us to obtain some of the first glimpses  
into how the brain is actually functioning when all these neurons are  
talking to each other and the proteins are interacting.

그래서 지금까지 IBM이나 다른 회사들과 함께

슈퍼 컴퓨터를 만들고자 노력했습니다

이를 통해 뇌에서 뉴런끼리, 단백질이 상호작용하는 것을

아주 조금이나마 이해할 수 있도록 할 것입니다

Inside not only to be able to look at the cells but actually go inside a cell,  
inside one cell you have about a billion proteins.

세포를 보는 것에 그치지 않고

그 안으로 들어가 보면

한 세포에 약 10억 개의 단백질이 있습니다

(Time Code 01:00:30)

So you have a hundred billion neurons, and inside each one  
is about a billion proteins and tens of millions of interactions there are happening.

여러분은 수천억 개의 뉴런을 가지고 있고

이 뉴런에는 약 10억 개의 단백질이 있는데

이곳에서 상호작용이 수백만 번 발생합니다

So, it is a vast universe and it is not impossible to  
start bringing all of those together.

그러므로, 뉴런 자체가

하나의 세계라고 할 수 있는데

이들을 하나로 묶을 수도 있습니다

We will begin with a mouse.

시작은 쥐 한 마리입니다

We will practice with a mouse.

쥐를 대상으로 실험하는 것이죠

And we will put the brain, this digital brain onto a virtual mouse.

디지털 뇌를 가상의 쥐에게 심습니다

And right now, the mouse does not do anything really interesting,  
but the first thing it did is to start a dance.

아직까지는 특별히 흥미로운 행동을 하지 않았지만

그 쥐가 첫번째로 한 행동은 춤을 추는 것이었습니다

This is a virtual mouse and it's going to behave in a virtual environment.

이것은 살아있는 쥐가 실제 환경에서

어떻게 행동하는지 보여주는 가상의 쥐입니다

And gradually it will learn all the things  
that mice know how to do.

시간이 지나면서 그 쥐는

다른 쥐들의 행동을 배울 것입니다

So, we'll be able to start exploring and get inside the brain, you see,  
today, I cannot get inside your brain to see how it works.

그러므로 우리는 뇌에서 무슨 일이 일어나는지

알 수 있게 될 것입니다

아시다시피 지금은 제가 여러분의 뇌에서

무슨 일이 일어나는지 모릅니다

I can measure it from the outside but I can't get inside

and look at what you see.

제가 뇌를 외부에서 측정할 수는 있지만

그 안에서 벌어지는 일은 알 수 없습니다

But with this, you'll be able to step inside a brain  
and look at how it builds a world.

그러나 이 기술을 이용하여

뇌에 대한 이해가 한 단계 발전하고

두뇌가 세상을 어떻게 만드는지 알 수 있게 될 것입니다

And we believe that this is going to begin to help us understand  
how we create perceptions, how do we create the world that we live in.

연구자들은 이것이 인간이 어떻게 인지하는지

세상을 만들어내는지 이해하는 것의

시작이 될 것이라 믿습니다

(Time Code 01:01:56)

We do not see with our eyes or hear with our ears, we see with our brain.

인간은 눈으로 보고

귀로 듣는 것이 아니라

뇌로 봅니다

You're not seeing me.

여러분은 저를 보는 것이 아닙니다

You're imagining me actually, standing up here.

사실, 여러분이 여기 서 있는

제 모습을 상상해 내는 것입니다

Your brain is an imaginarium.

여러분의 뇌가 '상상의 공간'입니다

And it is building this perception.

이렇게 인간은 인식하는 것입니다

And this way, we'll be able to begin to understand it.

이렇게, 우리는 두뇌를 이해합니다

Now, this multiscope will not only allow us to understand how the brain works from the molecular level to microscopic level, all the way up to the macroscopic level but we'll be able to start simulating brain diseases.

이제, 이 다면적인 분석은 연구자들이

두뇌의 작용을 낮은 차원에서 이해하도록 할 뿐 아니라

더 높은 수준으로 이해하고

뇌의 질병을 시뮬레이션 할 수 있도록 합니다

But to do that, we need to know how to configure a brain disease.

What changes do you make at the genetic level, at the molecular level, at the cellular level?

What changes must you introduce?

하지만 이를 위해서

연구자들은 두뇌 질병을 이해해야 합니다

무엇이 유전적으로, 분자 수준에서

세포 수준에서 변형을 일으킬까요?

여러분이 어떻게 변화해야 할까요?

(Time Code 01:02:52)

To do that, what we're also doing in this project, is to begin exploring and actually gathering data from as many hospitals as possible, from millions of patients.

그래서 연구자들은 이 프로젝트에서

가능한 한 많은 병원의

수백만 명의 환자들에게서 자료를 모으고 있습니다

And to obtain this data and to cluster it, what we want to do is to get a complete map of brain diseases.

자료를 모으고 묶기 위해

연구자들이 하고자 하는 것은

뇌 질병에 관한 완성된 지도를 만드는 것입니다

We think there are about 600 different brain diseases.

두뇌 질병은 600여 종류가 있습니다

And with this map, we will have specific signatures, genetic, molecular, cellular system's signatures that we can use to configure these brain models and simulate that particular disease.

이 지도를 이용해서, 특정 신호, 유전 분자,

세포의 시스템 신호를 알 수 있습니다

이를 통해 뇌의 모델을 설정하고

특정한 병을 시뮬레이션 할 수 있습니다

This technology will not only allow us to understand the brain and to understand the brain diseases but also to build the

new kinds of computers of the future.

이 기술은 우리가 뇌와 뇌 질병을

이해하는 것뿐 아니라

미래의 컴퓨터를 만들도록 합니다

(Time Code 01:03:45)

Computers of the future are reaching at end because of  
the complexity of the requirement to program them.

미래의 컴퓨터는 필요로 하는 프로그램이

복잡하기 때문에 한계가 있습니다

The brain does not need to be programmed.

반면, 두뇌는 프로그래밍이 필요치 않습니다

The brain learns.

두뇌는 학습하기 때문입니다

The brain is highly robust.

인간의 뇌는 매우 강합니다

You could lose half your brain before somebody notices.

여러분이 두뇌의 반을 잃었더라도

타인이 알아채지 못할 수 있습니다

So, what we will do is (to) develop the technology where virtual agents,  
virtual robots can learn the kind of tasks we would want them to learn  
and then to take these circuit designs and to begin implementing them  
onto neuromorphic chips (and I think that the presentation is stuck).

We will begin integrating them onto neuro-morphic processes.

연구자들은 실제로 로봇들이

우리가 원하는 일을 배우도록 하는

기술과, 이를 가능케 하는 회로를

발명하여 neuromorphic 칩에

심으려고 합니다

화면이 멈춘 것 같네요

연구자들은 그 칩을

neuro-morphic 과정에

통합하는 것을

시작하려 합니다

(Time Code 01:04:33)

We're building two kinds of processes.

우리는 두 종류의 과정을 만들고 있습니다

One of them is based on the ARM processor which is the same thing  
that is in your cell phone and that runs at real time and  
it can be attached to robots so you would have cognitive chips  
that can run on these chips, attached to robots.

그 중 하나는 ARM 처리 장치로

여러분의 핸드폰에서 실시간으로 진행되는 것과

똑같은 것에 기초하였습니다

그리하여 로봇에 붙이는 인지 칩을 만들어 낼 수 있습니다

And the other one runs at 10 thousand times faster than real time.

다른 하나는 실제 속도보다 만 배 빠른 것입니다

And that will allow us to learn the whole array of different cognitive capabilities.

이것은 우리가 서로 다른 종류의

인지 능력을 이해하도록 할 것입니다

So, the other thing that we realized in this project and that's what I have mentioned at the very beginning is that we realized that there is no individual scientist.

그래서, 제가 처음에 말씀드린 것처럼

이 프로젝트를 진행하면서 깨달은 것은

개별적인 과학자란 없다는 것입니다

There's no Einstein for the brain.

두뇌 연구에 독보적인 과학자란 없습니다

It's not going to be one person who understands the brain.

한 과학자가 두뇌를 혼자서

완전히 이해할 수는 없습니다

It's going to be not just one person, not just one country.

한 사람뿐 아니라 한 국가에서만

이해하는 것도 불가능합니다

It's going to be the whole world.

한 개인이나 국가가 아닌

전 세계일 것입니다

And so, what we're doing is we're building this technology to invite scientists, hundreds, if not, thousands of scientists around the world to participate and to build software to bring their data, to bring their expertise, to bring their medical knowledge, their engineering knowledge and to collaboratively, collectively probe and understand the brain.

또한, 우리는 이 기술을

전세계의 수백, 아니 수천명의 과학자들이

자신의 자료를 가져와 저장할

소프트웨어를 만드는 데 쓸 것입니다

뇌를 조사하고 이해하는 데 사용하기 위해

그들의 전문 기술, 의학 지식, 공학 지식을

함께 선별적으로 활용할 것입니다

(Time Code 01:05:46)

We're also developing the technology to help train the future doctor and engineer and scientist in the future because a doctor in the future is going to need to use machines and informatics and super computers and these kinds of simulations to help to make their decisions about the disease and to personalize the treatment that they provide, as an example.

또한 기술을 미래의 의사, 공학자, 과학자를

훈련하는 데 사용할 것입니다

미래의 의사는 병을 진단하고 치료하기 위해서

기계와 정보 과학, 슈퍼 컴퓨터를 사용하고

이러한 종류의 시뮬레이션을 해야 하기 때문입니다

And lastly, we think it's very important to involve you, the whole public.

그리고 마지막으로 여러분, 대중의

참여가 중요합니다

And we're establishing a network of science museums around the world where the information about understanding the brain or the future of understanding the brain, the future of medicine, and the future of computers would be available to anybody at any place in the world.

연구자들은 뇌를 연구하거나

미래 의약, 컴퓨터와 같은 것들이

전세계 어디서든 사용되도록 하기 위해서

과학 박물관과 같은 네트워크를

전세계에 만들고 있습니다

And we're going to develop technology that will allow you to actually participate in the building of the brain.

두뇌를 설계하는 데

여러분이 실제로 참여할 수 있는

기술을 개발할 것입니다

(Time Code 01:06:46)

In the analysis of the data and finding the data so that will be a citizen participation component of this, which I think goes in line with the theme of the SDF conference this year.

자료를 찾고 분석하는 데 일반 시민들의 참여가 필요합니다

이는 올해 서울디지털포럼의 주제와 같은 맥락이죠

And we also think it's very important that we demystify the brain diseases.

또한 연구자들은 두뇌 질병을 파헤치는 것이

매우 중요하다고 생각합니다

And now we have to realize that we all have problems.

이제, 여러 문제가 있다는 것을

인식해야 합니다

And actually, we need compassion and our judgment.

사실, 연민과 판단이 함께 해야 합니다

And these things would help us to be able to make a lot more progress in terms of helping people with brain diseases, which today we believe is affecting about a third of the planet, costing probably 10% of worldwide GDP.

이때 전세계 GDP의 10퍼센트를 차지하고

전세계 인구의 3분의 1을 괴롭히는

두뇌 질병을 이해하고

환자들을 도울 수 있습니다

You're looking at a 2 trillion dollar per year problem.

여러분은 연 2조 달러의

문제를 마주하고 있습니다

And we think that society itself can play an important role in it, and of course, lastly to inspire the youth to participate

and venture on this journey with us.

**연구자들은 사회 자체가**

**중요한 역할을 할 수 있다고 생각합니다**

**물론, 최종적으로 젊은이들이 연구에 동참하고**

**함께 모험을 떠나도록 독려하는 것도 중요합니다**

So with that, I'd just like to thank you very much for your attention.

**이상으로 마치며, 경청해 주셔서 감사합니다**

(Time Code 01:07:53)