会议时间：2018年5月12日9：00-12：20

会议地点：悠谷一期4楼P444会议室

会议主题：分论坛1：试验驱动未来网络创新

谢高岗：开始今天上午的分论坛，各位领导、各位嘉宾，感谢参加我们的分论坛。我们都知道，网络已经成为社会基础设施。那么，越来越多的创新的应用由网络来承载，对网络提出更高的要求，移动性服务质量一系列的要求。不管是国际还是国内，为了满足这个要求对网络创新，尤其是互联网体结构做了大量项目的部署，试验研究是网络创新、试验发展基础最研究的一个方式。在美国，它启动了机理的项目，去年又有无线通讯网络项目，欧洲取得了（英文），日本也有（英文）的项目。我们昨天也启动了未来网络试验设施项目启动的仪式。今天我们邀请了来自美国、法国、日本、澳大利亚等，国际的科学家来分享由“试验驱动未来网络创新”研究。

首先，有请中科院计算机网络信息中心廖方宇主任致辞，大家欢迎。

廖方宇：尊敬的主持人、各位参会的来宾，大家上午好。很高兴今天能够参加“2018年全球未来网络发展峰会（试验驱动未来网络创新）”的论坛。

迄今为止，网络的发展取得了巨大的成功，已经成为支撑现代社会经济发展、社会进步和科技创新的重要基础。随着现代科学研究以及工业互联网、AI、VR等创新互联网发展对网络的安全性、移动性、扩展性、可用性提出了更高的要求。基于现有的网络架构面临着严峻的挑战，迫切需要需要互联网体系结构的基础理论、组网关键技术、核心设备与平台、网络运维管理系统等各个方面的全面创新。在真实的网络环境下进行试验验证是互联网研究的一个基本手段。

为了推动未来互联网的创新研究，各国相继开展了很多计划，像主持人刚才提到的美国的（英文）和现在的PAWR，以及我们国家昨天宣布的重大基础设施“未来网络试验基础项目”。

中科院计算机网络中心，也就是我所在的单位也参加了咱们国家下一代互联网示范工程的项目，为我国的IPV6产业化等新型网络技术应用打下了基础。

各位代表，中国互联网发展到今天，中国科学院也发挥了关键的引领作用。1994年4月20日，一条64K宽带国际网线从中科院直接连入美国（英文）的接入点，也就意味着中国全面接入了国际互联网，成为第77个国家接入（英文）的。1995年，（英文）在中国全面开始解析，并开始服务。应该说，中国科学院见证了咱们中国互联网的发展壮大历史过程。现在随着几大运营商的扩展，我们全球的网民，包括特别是移动的网民是全球第一了。

近些年，中国科学院在全面提升和优化科技网络性能基础上，以科技创新为主要目的，建设中国科技云已经开始上线试运行了，这也是我们国务院“十三五”国家信息化发展规划中明确提出的，以提高我国云计算自主创新能力，建设基于云计算的国家科研信息化基础设施，中国科技云主要的背景之一。

中国科技云的目标是利用新一代的信息技术汇聚全国，乃至全球的信息化优质资源，建设国际一流的云服务环境，形成可信、可控、开放、融合、自由调度的科技云服务体系。同时在这个云上，因为所有的云是要靠网络连接的，我们是建立在为科技界服务的中国科技网的基础上，这也是我们国家最早的网络之一。我们希望在这张网上也开展一系列按照我们会议主题确定的“试验驱动未来网络创新”开展工作，因为科技领域的需求，特别是跨州、跨域的科学数据传输和优化，是对我们网络提的需求和性能指标最高的方面之一。

我想，今天这个论坛的召开。希望我们国内外的专家一起深入探讨交流，分享网络体系结构的研究、网络建设、未来网络创新应用等方面的经验，最大限度地凝聚共识、合作共赢，共同推进互联网技术向更高水平可持续发展，为加快经济社会信息化做出贡献，为科技创新做出贡献。

最后，预祝咱们分论坛今天圆满成功，谢谢大家；也欢迎大家一起今后到中国科学院去访问交流，谢谢。

谢高岗：谢谢寥主任的致辞，中国科学院计算机网络信息中心是我们国家的发源地，今天下午的时候中国科学院计算机网络信息中心和未来网络研究院来做全面合作，会有签约仪式。我们也希望在中国科学院计算机网络信息中心一起合作，把国家的未来网络试验设施做好。

下面，有请中央网信办系发展局副局长、中国互联网信息中心副主任曾宇致辞，大家欢迎。

曾宇：尊敬的主持人、尊敬的各位来宾、尊敬的各位朋友，大家上午好。非常荣幸受邀参加“2018年全球未来网络发展峰会（试验驱动未来网络创新）”论坛。在此，我首先感谢峰会和论坛主办方为大家提供非常好的交流、合作的平台，共同就“试验驱动未来网络创新”进行有益地探讨。

中国当前世界科技发展，以人工智能、区块链、虚拟现实、云计算等新应用方兴未艾，如火如荼。最近总书记主持召开全国网信工作会议，在会上重点提到核心技术的发展、前沿技术的发展。其中未来网络作为前沿技术非常重要的一个领域，它的发展将决定我们国家在未来网络、我们在全球核心技术发展方面，我们的竞争优势。

这些新技术、新应用的发展，也在引发我们思考一个重要问题。我们需要怎样的一个未来网络来支撑和运行这些新技术、新运用？当前我们也看到，围绕新型网络结构、网络协议（英文）不同的视角，大家正在探讨和研究未来网络的基础设施、网络人工智能、网络安全等一系列重大课题。这些探索工作、创新精神是核心，而创新就离不开不断地尝试、不断地失措、不断地实验。我们今天举行了论坛叫做“试验驱动未来网络创新”，可谓恰逢其时，很有意义。所谓试验就是提供一个开放平台，让大家共同出谋划策，共享共建。通过不断失措纠错来推动产学研用全流程协作。

事实上，中国互联网信息中心之前和中科院网络中心我们都是一家人，现在也是一家人。同时，我们作为中国信息社会重要的基础设施建设者、运行者和管理者，近二十年以来我们在网络基础设施的建设、网络资源注册管理、行业标准制定、关键技术研发、前瞻技术研究等方面，我们持续和我们在座的诸位朋友不断地合作，持之以恒发力，不断尝试创新研究。2017年3月，针对我们国家的薄弱问题，我们和中科院计算机技术研究所展开合作，开展的互联网断层扫描项目，对系统的选型进行了调研分析。可以说，也是在开展关键技术研究和系统建设之前一次技术交流，为后续创新研究和成果转化提供了重要的支持。

下一步，我们也将会和中科院计算机未来网络研究院、中科院网络中心，我们进一步就新型网络体系架构、网络协议等深度影响网络技术发展的技术领域，开展更多的前沿研究和技术领域。在此，我们特别希望和在座进一步加强交流协作，开拓合作的机会，我们一起共同为互联网行业创新机制建设、核心技术突破贡献力量、发挥作用。特别是当下，我们面临核心技术设备发展这样一个重要的关口，我们怎么样突破一些领域的核心技术研发形成生态，这也是我们当前很重要的一个任务。

百舸争流千帆竞，借海扬帆奋者先。在全球未来网络发展这一领域面前，我们要发挥聪明才智，全面把脉研究方向和重点，不断尝试、不断创新，为未来网络和未来科技下一步产业技术的发展贡献我们的智慧。今天在座的各位都是互联网前沿领域的专家和领路人，希望大家深入探讨、积极交流，在这里碰撞出智慧的火花。

再一次预祝我们的论坛取得成功，谢谢大家。

Celimuge Wu：谢谢曾宇主任，我们中国互联网信息中心既是中国互联网基础设施的管理者，也是主要的建设者。我们希望把促进产学研的合作，用真正的技术创新来建设我们的互联网的基础设施，使得互联网成为一个可持续发展的基础设施。再次感谢廖主任和曾主任的致辞。

下面，有请中国科学院计算技术研究所研究员、日本电气通信大学副教授李振宇担任主持。

李振宇：首先，我们看一下技术方面的第一位演讲者是CMU教授、XIA项目负责人Peter Steenkiste先生，演讲的主题为“利用D-BGP引导域间路由的可扩展性”。

Peter Steenkiste：今天我会跟大家谈一谈我和另外两个教授，分别是Abhimanyu Gosain、（英文）相关的项目。这个项目讲的是一个利用D-BGP引导域间路由系统可扩展性。尤其是在我们进行路由路径选择时候的一个边际网观协议的可扩展性。D-BGP就是我们今天要讨论的主要内容。在域间公共的网络架构上，我们有不同的路由路径在我们的控制面板。比如说有不同的，比如说互联网、服务供应商，以及互联网所提供的服务。这个就是相关的互联网的拓展结构。这个在不同的网络之间，它们可以通过我们的路由路径来进行传播。我们所用的传播协议就是BGP，我们可以选择一个圆和目的地，通过路由的路径可以将这个圆和目的地连接起来。这就是整个BGP最基本的工作原理。

BGP其实是一个非常老的协议，其实BGP也面临着很多问题，特别是由于我们现在技术也在不断地更新，它出现了更多问题。首先，比如说它是不能控制到来的流量，尤其是到自主网络或者是自主系统的流量。而且它的路径非常慢，没有办法适应现在我们的技术，而且它提供的服务质量没有办法去保证，这就是BGP现在面临的一些问题。而且从安全的角度来看，BGP也是有一些问题的。

现在我们在BGP这一块，尤其是如何解决BGP现在面临的一些问题上面，我们相关的教授或者是研究人员也做了大量的相关研究。在面对这些问题或者是解决这些问题上，这些研究员和网络操作员他们也提出不同的解决方案。但是问题就是说，现在BGP协议是非常坚固的、是非常因循守旧的。固有的本质决定了它的一些情况，所以我们要改变它的现状其实是要做相当大的工作。

我们现在做的一个研究我们叫做D-BGP，这个D是代表depioyment的名字。我们在解决这样的问题时，我们用逆发式的时候，我们希望按照我们的想法来分。我们有三个域，这个域的排列循序也是按照一定的规则进行排列的。在这个上面，我们有一个圆的域，同时在左下角这就是我们所说的圆域。我们也有一些不同的协议，我们从圆到终点的这个域有一个路由路径的。现在BGP如果要跨过这样的一个圆域，然后到终点域其实是非常难的，因为它是一个逆流从下到上的方式。而且其中的一个问题，大家可以看到如果你看到这样一个（英文）图的话，我们看到流量的走向是会按照我们现在（英文）图连接点的走向来走的。我们可以看到，从我们的网络服务供应商到终端用户等等之间，它的一个走势流向就是按照这样一个（英文）图。我们看到在这个特定的域中，因为我们所有的流量都是从这样的一个所说的隧道形式来走到终点域的，所以我们其实在这个时候我们可以用新的方法来部署我们的（英文）图和圆域、终点域。这样的话，我们传统的BGP就可以按照这种方式来进行改变。

大家可以看到，现在我们这样的一个路由或者是路由的路径其实是由刚才讲的改变圆域、终点域的方法，来重新改变了它路由的路径。这个和我们之前讲的路由路径是有所区别的。我们这个研究其实对于我们的BGP是有一些贡献的，包括我们现在用了可演进性的特征。它是有两个可演进性的特性，可以让它更好地支持我们多定义或者是多协议的结构。D-BGP和我们所说的，之前所定义的BGP差别是不大的，我们只需要用一个900的线把BGP的情况连接起来，可以让它更好地进行路由或者是改变它的路由路径。

我们怎么样去识别不同的可演进性的特性呢？在PPT上有三种大类，第一类叫做已经改变过的BGP。这个就是我们第一种，其实在这个模块的改变是有一定改变的。第二个种类是可扩展性的BGP，我们会在这个BGP的协议中有一些增值服务或者是其他相关定义的，这是中间的这一类。最后一类就是我们已经用一个完全崭新的定义来写的一个BGP协议，这就是我们所讲的三类已经演化特性的BGP协议。这个协议其实和我们最传统的BGP协议确实有一定的差别，我会对BGP（英文）中间的这一类来细看一下。

我们在BGP传统而言，我们演进的BGP其实是在中间第二类增加了两个新的不同的特性。大家可以看到，这是一个已经演化过的网络，它是一个非常小的网络。我们如果用这样的一个网络可以做很多事情，大家可以看到我们有不同的岛、不同的（英文）、（英文），以及不同的域。这个不同的域间或者是传输的协议，其实就是来定义我们不同的协议。大家可以看到，从左到右其实就是按照我们的英文字母的顺序排列的，比如说我们有（英文），它是一个不同的全新的域名。所以在我们的图象当中，我们有不同的岛叫（英文），这些不同的岛排列的顺序是按照我们字母的顺序来排列的，同时我们的（英文）和（英文）它们是在说海湾这个区域所排列的。每一个域名其实是有一个最基本的基线的。说明在这个基线中我们定义为D-BGP。我们可以定义一下，每一个公共的（英文）地址都可以定义相应的域名，我们可以定义为BGP或者定义为D-BGP。

刚才是一个动画，我们有（英文）BGP，就是重新定义的第一类BGP。第二类是可扩展性的BGP，对于第二类其实是会有很多好处的，因为我们对它的增值服务的协议做了一些改变。所以我们经常鼓励大家会对我们第一类做一些（英文），这样的话我们可以达到我们想实现的最终功能。联合控制其实基本上就是指的是我们在操作网络的时候，能够来控制路由的路径。因为这个就是我们的一些很多用户他们希望达到的效果。

我们可以看到，每一个这样的类别的话，我们都讲了它的特性是什么，我们为什么要这样做，以及它的好处是什么。我们可以看到FIA可演进的脚本，这个可演进的脚本讲的就是每一次如果一个域名变成另外一个可以定义的协议的时候，我们可以指向已经使用过协议相关的用户。这是一个例子，我们可以使用连接的状态或者是外部的路由来实现不同中心的信息。比如说我们可以用岛，尤其是在我们刚才看到的（英文）图的结构当中，我们可以利用两个蓝色的岛的图象，然后连接到我们刚才讲的（英文）区域当中。

但是我们在把这个可延伸性的服务或者是特性加入到BGP的时候，其实整个结构是不会有太大改变的。这指的是什么呢？我们会通知、会告知（英文）结构定义。尤其是在我们为服务商提供一些相关服务的时候，比如说像广告、可导向的广告、原广告等等的路径，就可以按照供应商或者是服务商所要求的路径来进行上传。如果说一个域接收到了一个广告，但是不太懂广告的意思，那么可以直接把广告导向到另外一个域。所以说，我们的域名改变之后其实是它的优势就是，我们可以将我们的域没有办法去诠释的信息导向到另外一个域。

第二，我们需要一个一体化的广告。这样的话，我们可以把我们路由的路径或者是协议做一些更改。这样的话，我们就可以把一体化的广告完全给到域，域就可以将广告的信息把它诠释出来。

比如说传统的BGP它是有一个路径的领域。大家可以看到，左边展示了不同的域的路径，以及不同的域的地址。尤其是我们在设计它的路径的时候，我们是为了避免路径陷入一个重复的循环。在域间我们设置了不同的域间路径或者是岛的路径，路径有一定序列的，按照不同的序列我们会把这样的路径进行排序。同时，这个岛可能会有不同的代表，比如说它如何怎么样去展现路径或者是怎么样计算路径，它是有一定的算法的。这个算法有的时候会阻止或者是阻碍自主系统的发展或者是路径的导向。

这里有一个例子，这里有一个岛，这是HLP的岛，这是一个橘红色的。由这个岛域名A，它主要是支持SDN和D-BGP的。这下面是对BGP有简单的HLP，有一个岛的ID，HLP是一个连接的协议，你并没有（英文）路径，对（英文）是一个路径的协议，它也有域名的因素。这就是一个路径，这个路径要更加地灵活一点，因为有不同岛的存在。

除此之外，还有一些其他的一些信息，我也不会读，你们可以读我的论文，我不会详细地读这些论文。相应的域和特别的价值和我们路径的因素，关于它的加速的一些益处，我们也进行了评估，我们评估了不同的方面。还有（英文）的执行是在小型BGP测试床上测试了，是非常小的，也是提供了一些洞察力的。这是小数量的一个路由器当中的试验评估，主要是提到了加速带来的好处。

我们的想法呢，我们需要有一个激励机制能够执行这种新的路由协议，在一个域名当中执行新的路由。像有了这样的协议，是不是有其他的域已经开始运行这样的一个协议了，然后发出一个路由。我们做了这样的一个仿真，然后进行评估，然后看一下他们基本的协议的部署情况、迹象的情况。其中包括一些（英文）的路径，速度会更快，因为D-BGP它的（英文）的速度更快。我们可以看到这是比对，绿色的和黑色的进行比对。它可以迅速地捡起数据包。详细的细节我们可以在论文当中细读。

接下来几张是我们下一步该怎么走，我们基本上想要回答一个简单的研究问题，未来的互联网控制平面应该是怎么样的？这是一个控制的平面和SIA支持的演进相类似的，这主要是数据平面、控制平面，都会得到相应的支持，我们应该支持创新。通过新的路由协议部署、新服务的部署，不仅仅是路由，同时能够进行监控，以及确保安全，以及价值的评估。这里关键的一个挑战就是，我们要允许控制平面之间的协调，并不仅仅是阻网，同时能够有其他的资源。

看一下今天的互联网，这其实是有很多的SDN，其实是网络架构的部分。我们看大规模视频的分布，完全大大依赖于SDN。如果捡起SDN或者拿一个SDN的副本用在视频资源当中必须做出这样的决定，其实是由SDN载荷受到影响了，是由红色和绿色的圆圈所决定的。还有可用性，看一下使用SDN资源的控制协调。还有云间，这也成为的影响的因素。我们需要在不同的技术当中进行资源配置。

特别的一个项目，其实就是要看一下我们过去的CMU的项目叫做4D控制平面的项目。找到四维，在网络控制平面当中四个组件，我不会详细地说。包括一些基本的功能，比如说数据平面、发现网络的功能，还有DBGP也可以帮助你分配、分发的决定，还有决定的网络控制，SDN是集中化的控制做出决定，还有一个控制的平面进行发现，以及相应的（英文）分发。我们可以看一下，这里有不同的设计。不同的设计，比如说一个分布式互联网规模性的控制平面。

我们有一些案例的研究，有不同的类型的控制平面。也有一些设计，我们希望能够支持，我们觉得它也可以吻合具体的模型。

我结束了我的演讲，谢谢。

李振宇：非常感谢您的分享。跟我们大家分享了D-BGP协议，很高兴。我们还有5分钟的时间，我们可以提出一些问题。

提问：非常感谢，非常有意思的一个演讲。Peter我在想，像这样的系统可不可以把这些岛连在一起，进行端对端的网络连接，BGP和其他元素之间的连接？

Peter Steenkiste：是的。我其实要把你的问题稍稍概括一下，所有的数据它们都有一个同样的数据平面，比如说IPV4、IPV6。比如说这些域、这些岛在今后的一个网络架构当中用在数据和（英文）上面。你基本上自动地就需要这样的D-BGP的支持，对我们现在遇到的最大的变化，我们要把这些岛连在一起，你在湾当中不可能连接。我们需要用（英文）来进行这样的连接，有的时候我们如果看一下论文的话，我们会找到很好的解决方案，有的时候可能会比较高深一点。

李振宇：有没有其他的问题？我有一个问题，在最后的几张幻灯片当中，你说到BGP也是一个分布式的，你也谈到了它的未来，比如说SDN这样的一个方法。在D-BGP，我们需要看一下告诉这个岛，是不是其他的岛也在用新的协议或者是没有用，是不是也有可能告诉其他的岛，他们在用新的协议，同样的是新的协议。有没有可能把SDN和D-BGP整合在一起呢？有没有这样的可能呢？

Peter Steenkiste：接下来，我们看互联网是一个非常大的网络，基本上有不同的域来控制它的信息。为什么我们要路由的协议？我们其实需要更多的控制来控制这样的流量。比如说是不是BGP可以允许，我并没有看到单个的SDN控制整个网络，这是不可能的。比如（英文），这也是可以控制的，但是你还是控制了域。我们所做的工作就是可以想象一下，有一系列的域都是非常紧密的、非常接近，他们直接连接某个区域。某种流量是基于基本的控制器，比如说你可以想象一下有这样的一组，这最后一英里的供应者在一个城市当中他们想要一起合作，有更多的以信息为中心的通讯，能够让他们分享他们的缓存，能够享受网络当中的内容。你可以用一些软件定义网络的策略来确保这样的网络功能在不同的域当中能够利用起来。我们这里是岛的一个表征，有了这个岛我们可以有SDN的控制器和解决方案，把这些岛联系在一起，这就是D-BGP可以奏效的一个方案了。SDN将是一个非常有效的一个选择，能够用在这些特定的岛上。

我们这里有一个例子，我们可以讨论一下这个话题，比如说任何缓存的服务器都可以考虑一下。我们可以有SDN的方法，我们其实就是SDN服务的发现。

李振宇：非常感谢，感谢我们的Peter先生。

下面，有请PAWR技术项目总监Abhimanyu Gosain先生，演讲的主题为“高级无线研究平台：系统工程方法如何加速无线研究”。

Abhimanyu Gosain：各位早上好，非常感谢您的介绍，感谢各位教授的邀请。今天跟大家介绍一下“高级无线研究平台：系统工程方法如何加速无线研究”，这是美国的项目。我们第一次在美国之外进行项目的介绍，非常感谢有这样的机会，我今天跟大家说一下在过去几年发生的一些工作，我们做了什么、我们成就了一些什么。特别是有一些项目在中国有一些合作。

和大家介绍一下我们的议程，首先介绍（英文）的总体介绍，我们的愿景是什么？介绍一下我们的测试平台，我们今年有了这样的测试平台，介绍一下细节和部署方案。我们会谈一下它对我们各位观众的相关性是什么。这是我们的项目，我们设定了一个公共和私有合作的项目，是国家自然基金会和工业联合体，他们各方各出了5000万美元来进行开发，开发像城市级的平台研究。我们主要是针对无线的研究，看一下在云当中这种无线的技术应该怎么部署，也就是无线到边缘、到云，然后是回传技术等等。

这是我们的一个动机，我们为什么启动这样的项目。我其实也是项目的负责人，我们有专门的一些责任来看一下这个项目的实现，当然也得到了国家自然基金会大力的帮助，还有工业联合体大力的支持。我们把资源都集中在一起，还有相应资金的支持，要支持小岛的测试床，做非常早的研究。特别是竞争前的研究、开发式研究，要加速美国在5G上面的领导地位，还有其他的5G之后技术当中的领导地位。

我们做的是，这个规模其实是前所未有的，我们要解决各式各样的挑战，特别是这种挑战的规模是非常大的，等会儿我会谈一下其中一些重要的挑战。我们也希望把它在我们的全市范围内进行运用，我们同时也需要这种高速的光纤来支持我们的项目和城市的应用。我想提一些数据，我们有一些城市规模的平台已经得到了一些相关资金的支持，我们一共筹措了2500万美元现金加实物的捐赠。我们整个平台其实已经计划去建立，然后已经计划在3年之内来进行这样的实施。

这是我们的创始会员，这上面有20多个公司，它们多少我们的创始会员。我们可以看到所有的公司大多数都是在移动通讯领域的一些公司，还包括手机的运营商，还有包括手机的生产商，他们都致力于能够建立一个更大范围的网络。这样的话，我们能够更好地完成整个项目。

在继续我深入地去讲项目之前，我会提一下我们整个高级无线研究平台指导的原则，如何能够更好地去取得成功。第一，可复制性。所谓可复制性就是平台的建立也好、维护也好，还有整个标准也好，我们能够达到一致。这样不管是对任何客户和任何相关的研究，如果一个研究一旦开始，我们就可以更好地去利用现有的研究，来继续发展高级无线研究平台。同时，这个就成了在我们学术会议呢，其实这个话题一直是成为争议的话题。因为我们的平台能够更好地去解决问题，解决什么问题呢？就是减少我们重复研究的情况。

其他的我想讲一下，比如说我们这样的平台其实是可以编程的，这样我们能够通过编程能够更好地去适应以后可能会发生的新的变化，以及新的API的变化，我们都可以把相关的配置和我们现有的项目进行结合。比如说我们对一个提供一个解决方式，我们可能会有一定的灵活性。比如说，如果说随着科技不断的变化，我们可以把不同的层级叠加上去，同时能够给客户更好、更灵活的软件或者是平台。

另外一个大家可以自己看一看，这个我想告诉大家的就是最大的问题，尤其是针对我们研究平台的最大问题，那就是我们的稳定性和创新性的平衡。如果说我们搭建了一个平台，如果它非常前沿、非常有创新性，但是我们能够在大规模的范围内进行实施的话，其实我们会更担心它的稳定性，这就是稳定性和创新性的一个平衡、权衡、可用性的关系。

平台本身就是一个研究性的实验平台，所以我们在进行这样的平台搭建或者是部署的时候，我们要不断地权衡这两者的关系，能够更好地达到持续性或者是可用性，以及更好地进行其他系统对接性、稳定性的展现。

除此之外，大家也可以考虑一下我们在进行基础构架搭建的时候考虑的因素。比如说，我们要考虑它的可配置性，以及将这个软件配置到我们这个平台过程中，可能出现搭建基础设施或者是基础网络架构时候的一些问题。还有考虑到它的稳定性，因为我们可以看到其实在项目上投入大笔的资金，我们希望在5年之后已经研发出来这样的平台，我们不会使这个平台会过时，我们希望能够与时俱进不断变化，我们把稳定性、创新性放在比较重要的位置上。

COSMOS是我们这个平台所涉及到的一个方面，这个平台其实是能够使我们更好地搭建开放的软件定义无线通讯试验台，为城市范围内部署做准备。这个除了我们的一个研究人员，还有来自于不同大学的研究人员，包括哥伦比亚大学、纽约大学等等，都参与到我们的项目当中。在这个项目中有一个非常让大家兴奋的研究，那就是中间平台的系统，这个系统是我们的大难题，在这个波当中我们用了赫兹。IBM和（英文）在这块做了很多研究，他们提供了相关的实施方案，以及可部署的方案在这个平台上。

在带宽上，我们也是做了一个扩展，最基础的带宽已经为我们这样的平台所拓展。同时还看到，我们有一个试验云，我们是搭建了一个试验室，我们可以把试验云以及相关的带宽拓展的平台融合在一起，这样可以提升网络传输速度以及光纤传输的速度。这样的话，可以更好地让我们在城市范围内部署做准备。

我们整个团队其实也是由大学的研究团队，以及我们各种的研究院的一些研究团队组成的，所以我们研发的团队是非常强大的。

我们要搭建的第二个平台，其实就是我们的高级无线平台，下面的一个RENEW的平台，这个平台它也是可配置的生态系统的平台，尤其是为下一代端到端无线通讯和无线网络所搭建的平台。平台的员工位于美国的各个地方，是世界最大的可编程的网络基础设施，这个城市的公民现在在这块已经在试运行了。在这个研究当中最大的阻碍和最需要创新的地方就是（英文），这是由（英文）大学的一些研究人员，他们一直致力于研发的，他们在（英文）一直在做一些相关的研究，也发布了很多论文。这个（英文）其实是一个多功能的端到端可编程的平台，现在我们的这个平台研究才刚刚起步，我们的项目也刚刚起步。

在这里有一个叫RIS可定义的软件，无线通讯的模块，这个模块每一个单元都是非常小的，而且在一个非常小的体积当中其实都可能包含数以百计的单元以及模块。而且我们有不同的光谱域，这个光谱域大概的范围是50赫兹到380赫兹。这个平台如果搭建起来，其实可以解决很多相关的技术难题。

这个就是我刚才要讲的两大平台，就是我们现在正在研究的，现在我会谈一些相关的细节。对于COSMOS这个平台呢，我们是以网络和电脑驱动的，是无线的连接。我们现在在使用5G的技术来运营到我们的项目当中，这也是我们的愿景。它的带宽非常大，可以运用这个网络进行计算，同时可以在每一个这样的地方进行部署。除此之外，它有很多计算的能力也是相当强大的。

除此之外，除了我刚才讲的不同的平台之外，我们也会搭建一个不同的应用，以及这样的服务。比如说我们在纽约本地的一些大学，他们可以更好地将我们的服务以及应用，运用到他们实际工作和城市运营管理当中。比如说一些智能城市，包括一些智能汽车等等的领域也可以运用到我们相关的技术。我们也和很多小型公司进行了合作，使我们这样的需求更好地被了解到。然后我们基于用户的需求来做一些相关技术的研发，我对这块也是非常期待的。

还有一个，我们计划性的或者是城市规划相关的部署。我们在城市规划部署当中，我们运用到了很多光纤的连接，尤其是一些城市的一些相关网络光纤连接。我们在做试验的时候运用了最新技术，我们选择了不同城市的地址，我们会运用到光纤的连接。这样的话，比如说曼哈顿大街等等或者是其他的大街，我们将大街的地图呈现在电脑上，然后我们再把城市的相点连接起来，这样根据不同的城市点知道怎么样更好地规划这个城市相关的网络，以及部署城市相关光纤的连接，使城市智能社区的功能更好地发挥，能够把我们的网络或者是计算、光纤更好地部署在不同的城市、不同城市的地域。

这个是整个系统的架构，这也是一个端到端的网络架构，而且整个架构也是可以进行编程的。所以如果说您是关于云部署的一个研究员，不管是无线的平台，还是基于用户的平台，你都可以使用最基础的架构，然后在这个基础架构上来进行编程。有一个非常显著的特点，它的无线通讯的云。我们可以利用计算机或者是利用远程网络的资源，更好地去部署在无线音频信号当中，可以一直把它连到终端电脑云当中，我们可以用CPU，以及我们可以用其它的比如说GPU等等作为它的主设备，然后连接到终端当中。它也是可以编程的，这样可以更好地去适应我们未来网络的发展。

还有一个应用的关键技术就是mmWave，这就是中间平台。这是我们的试验平台新的技术，它可以用不同CU合作或者是和不同的CU之间来搭建一个平台，我们可以提供毫米级的波。这样一个毫米级的波大概有64个无线和8束相关网络波。这个波在我们研发过程当中也遇到很多问题，我们现在正在积极解决相关的问题。

还有一个，光纤网。这个光纤网是我们运用了光纤X的网络，我们在编程的时候将不同的（英文）图运用到更广泛的渠道当中。比如说，我们在核心数据中心就会部署光纤网络。这样的话，我们可以用不同的（英文）图搭建到数据当中。新型的（英文）图真实情况是没有的，中心主轴可以作为一个部署。可以靠近一点看哥伦比亚大学的校园具体的部署，两个平行线（英文）的一个大街，然后在左边是哥伦比亚大学。还有有绿色的点，纽约城市当地政府也提供了非常好的准入区，可以到这些城市建筑的楼顶上进行部署，也可以把我们光线连接能够返回到边缘设备。

接下来还有其他一些平台，这是我们使命的宣言，我要表彰一下我们的团队，感谢他们，特别是项目后台的一些人员。我其实仅仅是一个信使，其实还有很多幕后的英雄，大量团队的精神，他们其实会告诉你们他们有非常漫长的过程才到达了现在。我们会提供一个城市规模性现实的实验室来进行各式各样的新点子的尝试。RENEW是全球首个全球第一的实验室，我们把这个平台开放出来，像软件、硬件都可以开放，在座的你们也可以用，还有整个行业也可以使用，在美国可以用，全球的人都可以用。这个团队他们声称这是全球第一个可编程的大规模（英文）网络平台，是3.5级赫兹的，是5级波段的低延时的，这是第一天得到了这样的参数。

我们说到了，这将是最大的一个编程的测试床，三三个平方公里的面积。在左边是盐湖城（音）的城中心，在右边是犹他州大学的校园，中间是1.5英里的区域。我们这么大的区域，我们会有机站、计算机集群部署，所有这些都是可编程的。第二个照片是光线部署环形的情况，在项目当中会得到升级。还有一些有一些私人的投资者，还有当地城市投资者购买。

技术构架，端对端的软件定义。我们是知识广域的研究，你可以带自己的设备来。我们的原则就是建筑快的方法，我们提供的仅仅是一个最基本的东西或者是起始点，使用者也可以把它作为一个乐高的积木块，你可以搭起你的积木，这是一个基线的供应，你可以在基线上面进行蛙跳，找到你自己的解决方案。我们有大的工业联合体可以使用这样的平台，你还可以带你自己的设备来，这是带你自己设备研究的方案，把这个设备带到大型的端对端的性能当中。在城市规模当中会发生什么样的结果？这是我们的功能图，有很多的SDR，这是一个机站，有很多块都在这里了。他们有多带宽的天线到6级赫兹，还有可编程的RF的交换器、过滤器，可以在不同的频段当中进行交换，后面还有连接，这是多个高性能的SDR机。当地计算机、边缘计算机，还有计算机在机站这里，还有是我们的控制器。我们早前想到了这个部署的规模是前所未有的，首屈一指。可编程带宽的SDR，这里我们其实已经说过。100级BPS私有光线网络，还有回传的网络，接近边缘的这是一个小城市规模，还有同步的（英文）网络，还有非常精准的时间协议。他们另外在像这样回传的节点或者是同步当中，我们可以测量一下它的无线电的信号，确保有非常精准的时间来确保这些样本都是可以使用的。它的计算机的储存也是非常大的，容量是非常大的。（英文）云有5000个这样的盒，这是它的市中心，还有非常大的数据中心。确实在数据网络当中得到非常大的运算能力。

前面我说到3.5-3.65赫兹，我们有5G服务运营供应商接入。这是频段的情况，像频谱接入的系统等等，在这方面做了很多的工作。这其实讲的是许可和非许可频段并存的情况，像这样的交融的系统可以使用不同的频段，别人不用的话可以再用。这当然仅仅是小小的亮点。刚刚是我们预知的可能性。

基本的架构。底端是基础架构，是物理和虚拟的资源。不同的技术是有互补性的，不同的技术都放到这个平台上，我们会有一个统一的服务框架，所有的这些都是在PAWR的框架下，都是开元的。对其他的平台来说或者对其他的测试在欧洲、美国、亚洲，都是可以对他们开元。

接下来对大家来说它意味着什么呢？如果你是研究者的话，我们这个测试床比如说你是来自于基金会的或者是融资机构，我们确实给你提供一个研究的规模，能够进行设备的端对端平台的研究，可以探讨无线云到边缘的研究。我们在需求侧和供应侧之间弥补它的差距。还有从国际的层面来说，我们向美国、欧洲、亚洲，我们可以找到一个联合体，可以联合起来共享学习经验、共享数据。所以呢，各位也可以利用，这确实是一个非常大的平台。

大家如果有问题的话，大家都可以问我，非常感谢大家的聆听。

李振宇：谢谢您的分享，像这样的一个PAWR的项目在过去一年走了非常大的一步。现在是提问的时间。

提问：非常感谢。我的问题是，昨天有一位演讲者讲到在5G的情况下，4.6这样的情况，有的时候这种无线的渗入很难，是不是有这样的问题解决。（英文）这是你的考量。还有5G、6G，在此之后。

Abhimanyu Gosain：你的问题非常好，像韩国电信到昌平奥运会5G测试，韩国技术人员也考虑到毫米波确实会有电讯的丢失。在技术当中有一些领袖，他们也采用了毫米波的系统，他们有非常高端的通道和通道的管理来评估各式各样的可能性，他们有的时候谈到如何克服这种信号渗透的技术，他们会谈好几个小时，特别是毫米波的技术。关于部署密度的话，哥伦比亚大学，还有其他一些大学他们也在研究部署密度。在空间当中，在纽约是有自然的环节，它的部署是非常高密度的，因为有很大的用户的案例。我非常赞同您的问题，其实是有一些经济教授，他们也是团队里的一部分，那些经济学的教授他们主要是看当中部署的环境。像纽约这样的环境，像这个区域我们到底是要有多少的投入才能够覆盖，他们也颁布了一些论文，我其实也在离线和你进行沟通。有一些经济学家的教授，他们也有一些商务模型的理论进行研究，非常感谢您的问题。

提问：在过去几年，像城市关于这些部署无线的基础设施。我可以跟大家说，有的时候有一些预算的考量，比如说一亿美元的预算，这个预算大约比如说城市委员会对这个预算要做出一些建议。比如说有相应的管理规则，比如说一两年的规则。这个部署并不是问题或者预算也不是问题，但关键是谁拥有这个项目，这个是属于公司还是属于谁。如果是一个公共服务的话，如果是城市市政府在做的话，那么这也是一个小的预算。

在法国如果把这个城市连在一起，由光线连接起来，其实这个价格也是比较低廉的。

Abhimanyu Gosain：其实关键细节是非常重要，关键就是我们要在（英文）方面，我们要选择团队，选择是很重要的。我们有相应的贡献的资源，比如说相应的光线和办公室空间等等，这些资源的部署。比如说一亿美元，我们得到的阿波罗办公室和国家自然基金会，还有工业联合体的支持，还有其他一些资源，我们并没有把它放在金融数字上。还有主人翁，也就是拥有者谁负责，纽约他们有一个策略，他们其实目的要和当地的社区进行合作，有一个叫（英文）当地的团队参与这个合作，持续性的模型是三年、五年的时间。有一个实体，这个实体不是哥伦比亚或者是纽约大学，把它当作一个社区的责任，只有当地的社区负责起来才能持续。在犹他州方面，负责人应该是城市，他们还有很多的资源。还有其他负责的资源。

一亿美元关键是启动这样的项目，在整个城市和大学，还有其他的基金会也会在这个基础基金之上进行扩大，让这个项目像滚雪球一样越滚越大。

李振宇：非常感谢。接下来有一个茶歇，我们进行10分钟的茶歇，10：40分再回来。

（茶歇）

主持人：下面，有请法国萨瓦大学Kave Salamatian教授，演讲的主题为“社交网络信息动态重构”。

Kave Salamatian：非常感谢。我现在会跟大家讲一讲，跟刚才之前几位讲者整个主题的内容有一些不一样，因为他们之前讲的更多的是平台、试验台。我今天讲的是跟社交网络有关的，以及我们怎么样去了解社交网络平台上信息传递的过程和流程。我研究这个大概有10-20年的时间，之前是非常重要的，尤其对我们品牌市场推广的公司尤其显得非常重要，它成了一个非常重要的市场推广的工具。而且在过去的几年，我们可以看到并不仅仅是比如说销售或者是市场推广的一些平台，他们会用社交网络。同时有一些人会用社交网络的平台报道假新闻或者来传播意识形态等等的用途。现在整个社交网络变得越来越重要，尤其是过去的3-4年当中更为重要。现在在网络安全，以及在政治等方面，它的应用越来越广。尤其是国与国之间政治的问题，他们都使用我们的社交网络来进行布局。

所以大家可以看到，看一看我们的信息传递，尤其是社交网络上的信息传递。之前您所想到的或者联想到的可能就是相关的一些研究，比如说社交网络信息相关的几块。第一，信息本身兴趣。比如说你的信息是很受欢迎的或者是很多人会很喜欢这样的信息，这样的话就会吸引很多人来关注这个信息。第二，社交网络拓扑。怎么样把一个信息传递给另外一个人，这是其中的一个特性。第三，信息来源会对信息的传递有一些影响。

信息源是非常有名的一个人传递或者是发送的信息，这样的话受欢迎程度自然而然会提高。如果您看到我们在过去几年中，我们就这个话题所做出的研究。我们通过不同的模式，包括我们信息的扩散模式，包括独立信息层叠传播的模式或者是解释模式，包括线性的模型都运用在信息传递的过程当中。我们可以看到，观察我们不同的追随者或者去看这个信息的一个人。

同时，在这个方面我们看到了运用线性的模型。这些线型的模型可以看到把线型相邻的人或者是信息传递给、转发给另外一个使用者。这就是一个模型，其实它就考虑到两个方面，一个是信息拓扑图，另外一个就是信息内在吸引人的程度，这两方面放在一起。同时，我们还有一个（英文）模型，它是一个分支的过程，就相当于我们有一个家谱一样，这个家谱比如说祖父有父亲，父亲有儿子，儿子有孙子等等拓扑图，是传宗接代的方式来建立的一个模型。

在推的当中，我们运用的恰恰是家庭族谱式的模型。我们可以看到一个信息接收者，这个信息接收者他是有很多追随者的，这个追随者当中多少人会去看这个信息、多少人会不看这个信息、多少人会转发这样的信息，我们都会借用这样的模式来进行一定的研究。

其实在十八世纪我们就在研究这样的模型了，这个模型是非常成熟的。同时运用这样模型的时候，我们是有不同的条件，尤其是在信息传播过程当中我们的模型会有这样的条件。

但是模型的问题就是说，把这个模型去和真正数据进行比照的时候，我们发现有一定的差异性。比如说信息的接收者根据这样的模型来计算的信息接收者，其实是要少于真实的信息接收者，对于83%的推文来说多有这样的观察。对于89%的推文来说，最大转发的跳跃其实也是少于我们在模型当中的下限值。我们利用基础的数据模型发现了我们有一样致命的流程，这样的流程应用呢，我们可以提前知道信息传递的可能性数值，如果用（英文）来表示的话，我们可以看到在第几代这样的信息传播就结束了，我们用这样的数据模式来进行计算。这个就是我们对这个模型的验证，不同的信息接收者的数据在传输中，最开始的话可以看到实际的数值和模型是有一定的匹配度。但是随着跳跃值的不断增加，我们会发现这样的数值会发现一定的偏差。

其实所做的这些研究可以很好地去解释，在我们社交网络当中，我们的信息是如何传递、是如何繁殖的。但是我们会看到有一些问题，因为我们在信息传递的过程中并不能透露某一个固定的流程，因为我们的信息传递是有一些变化因素的或者是不确定因素的。还有一个，我们怎么样去确保有一定的信息能够传递到我们要锁定的一系列的受众当中。比如说网络的架构也好，还是我们确定的一个人口分布的状态也好，我们可以根据这个来进行锁定。但是我们如何确保这些信息能够到达是我们要解决的问题。同时还有同样一个信息，大家可能不同的人都会转发，或者是同一个人会转发很多不同的信息，这些都是我们要考虑的一个因素。

我们在做这个研究的时候我们发现很难管理这样的情况，涉及到我们安全问题的时候、涉及到假新闻的时候，我们如何更好地管理这样的网络，这是我们要亟待解决的问题。这样的话，如果我们不解决这样的问题的话，实现最终目标的时候会发现有一定的难度。问题就是说，一群人想传播一定的假新闻，他们就可以能够借机去利用这样的概念。比如说他可以隐藏他的身份，他可以利用网络来锁定一系列的受众，然后再把信息转发出去。真正有一群人如果他们需要把某些信息传递过去的话，他们也可以去利用这样的信息或者是利用这样的模式，而且不同种类的信息可能有不种类的受众。

所以说，我们要锁定或者是我们要弄清楚谁是信息的坐拥者或者发送者，在这样的情况下我们才可以看一看自然的信息传递的导向。比如说一个假新闻，我知道有些人不知道它是假新闻，所以他不知道这个ID是谁发送的文章，他也不知道这是一条推送还是假新闻，在这样的情况下他很有可能不去转发这样的信息，但是还是有一定的比例人群或者受众会转发这样的信息。

我们所做的研究就是将整个问题确定下来，然后从反向思维去解决这样的问题。比如说，我们首先要找到源头，也就是信息的发送者是谁。同时，我们会经常用这样的流程，这样的一个模型。比如说我们可以利用这样的一个模型去定义时间的同步性。还有一个叫做Hawkes的程序，这就是一个点流层，可以看到事件发生之后和他周围相关事件相依赖的程度。我们可以看到在用公式的时候，以及用这样的等式的时候，我们也应用到不同信息传播当中。比如说新的信息传播或者是产生也可以运用到新的功能，这个功能其实就会告诉我们，如果我们把一个信息传递下去的话、传播下去的话，这个信息对以后事情发展的影响。我们可以看到，这个Hawkes的参数，我们可以看到不同的参数代表着比如说信息传播的时间，以及传播的可能性。

所以，我们可以做一些相关的假设。我把相关的假设当中最重要的一个举出来，这个假设就是我们可以知道有一些信息是对哪些人是比较重要的，我们也可以去监测到这个信息的发送者，终端发送者是谁。我们可以用这样的网络或者是网站，也可以用视频等等。所有社交网络上相关最初发送者，我们都可以监测出来。这样的话，我们可以看到在一定的时间内，我们可以看到不同的受众他们转发的数量。他们其实也提供了转发的时间，我们有这样的假设。我们用在线的社交网络交换的信息，这个信息得到使用了，其实并不是所有其他媒体的信息，有的人是通过微信来进行互相的协调，然后用微博来进行信息推广。我们觉得我们就看社交网络，而并不看其他的网络。

还有一个假设，如果你接收信息，在接收信息的时候就有一个成本的问题。维持住这个信息的话，可能就会有一个相关维护的成本。希望更快得到热门的信息，这个是第四个假设了。

还有第五个假设，我们有一个（英文）流程的假设。假定所有的用户行为习惯都是相类似的，这个当然会带来一个最根本的结果。如果A人和B人他们有一个信息，比如说及时地A和B。如果转发，这个A是在B之前先转推的，A先转发，他不可能在B那里得到信息，因为A发信息要比B快，所以A不可能从B那里得到信息，因为他发得很快，这就是一个因果关系的假设。

第二个，从这个假设当中推导出来的就是，这两个转推的距离会告诉你，这种信息B产生信息的可能性是多少。这个其实有可能B的信息是从A那里拿来的，如果B再转推，但是如果A已经转发了，那有可能这个B可能是在受了A的转发之后再转发的。比如有一个人发了一个信息，其实在另外一个人发信息5天之后再发了，他们之间的关联性就比较低了，因为是5天后发了。如果即时发，那他们是互相影响的。

我们有一个信息的流向图，很多的点都可以连在一起，我们就会考虑这样的关联性和概率。如果你，也就是说你的传输要大于0，如果你用这样的概率链接来进行计算的话，就可以得到这样的传播图象。有的时候会有两个共谋者，他们共谋之后开始发出他们的推文，这两个人并不是独自作战的。

信息会有一个拓展，比如说信息A是有这样的图，第二个信息是第三个图，另外一个图是另一个图画，各式各样的图画混在一起就创造了一个新的图画，这个新的图画就是我们平均次序的图画。根据平均次序的信息图画，我们可以找到一个活动者，我们叫做第一个活动者，这个可能就是源头，这个人是第一个开始说话的人。

我们前面也说过了，所有的这些都是和事件之间分布有关的，也就是传播之间的间隙有关。从理论角度来说，我们也知道如果像时间间隔之间的分布，我们如果建模的话，如果很短的间隔的话，我们可能会有一个指数级的分布；如果这个间隔很长的话，我们可能会有一个非常重的分布。这个是一个非常短的话，是一个指数级的。如果时间很长的话，可能会是一个非常重的尾部分布情况。第一部分是一个非常直的一条线，最后面的一部分就是这样的线，这就证明我们的理论假设是有效。如果在短尺寸当中是短的聚焦的话，这是15个小时，这个仅仅是一个小时。我们可以看到分布的过程当中，一个小时是有一些峰值的，这些峰值是每隔60秒钟会有一个峰值，有些人可能会转推你的消息、转发你的消息，这其实是一个非常好的迹象，这说明他们在峰值的时候进行转发、转推。我们就可以发现，这是有可能成为（英文）这部分的人。

第三个问题，我们如何能够来确保，这些人他们是在互相共谋的，他发信息和另外一个发信息是有协同性的。要回答这个问题，我们可以定义一下，叫做我们有一个同步的测量。我们可以看到有两个事件，他们是在一个时间窗口会有一个偶合的情况或者是同时发生。有多少时间，有两个用户他们是在小于这个窗口的时间间隔来进行转发的。他如果小于这个值的话，他们在这个窗口之间转发的话，我们可以计算出这个值，然后看一下这两个人可能是相互有共谋。这是他们转推的时间值。如果所有的一切都是随机的、大家都是独立的，非常短的时间段很难有两个人同时发出同样信息。但是如果时间长的话，这个可能性就更大了。如果一个小时之间，那么在同样的窗口要转发信息的人可能就更多了。如果这个窗口时间更大的话，基本上就会线性的情况。如果窗口很小的话，基本上没有线性的一致性。如果出现这样的同时发，在很短时间同时发，他们肯定是共谋。如果时间很短的话，他们是共谋，没有随机的情况。

第三组人，他们其实可能隐藏自己，但是他们是一个共谋者。这个数据我告诉大家的是，这个数据是来自于（英文），这个告诉我们非常好。看一下谁是活跃分子，活跃分子发出了信息，然后这个活跃分子在什么地方来的，我不会进行政治讨论。我们进行是技术会议，很清楚。第二组的方法让我们能够非常清晰地明白我们的社交网络当中会发生什么。

我的结论，在社交网络当中我们应当有一个新的视角来看一下我们信息的传播，有一个转推的过程，我们有一个微博这样的应用。还有另外一个，在线的博客。还有并不是基于（英文）的系统，我们是不是可以快速地找到这些活动分子，我们能够非常快速地找到这个人，比如说不到30秒钟就能够找到这个活跃分子。其实他发这个信息是用A策略做的，比如说A策略可能是由这个国家来谋划的。我们马上就会到达这一步了，能够非常快地探测到这个策略的执行。然后看一下谁在幕后进行操作，有一些国家也可以拷贝其他国家的策略。在中期我们有一个窗口，这个窗口会展示出我们到底可以做些什么。

这是我的演讲，谢谢你们。

主持人：非常感谢，非常精彩的演讲。有没有问题或者评论？

提问：非常有意思。你也观察到了，像不同共谋的人，他们可能会把自己行为的模式改变一下，这样你很难找到他们，我不知道你是不是作为反评论？

Kave Salamatian：因此我们系统必须不停地改善，因为活跃分子的策略发生变化了，我们需要有一个看清别人怎么思考的系统。确实他们会改变模式的，但是他们不会改变他们的阴谋。因为关于让这个信息变得病毒性，他们必须要有共谋。也就是活跃分子，他们的目的必须在某一点曝露出来。比如你想进行沟通，你首先要开放，但同时你要藏起来，也就是要有平衡，其实他的目的就是要平衡这两者，感谢。

提问：是的，非常重要。如果改变策略的话，回过去看的话会更难一点。

Kave Salamatian：他们有时候很难调整策略，但是我们其实已经知道这个策略之后可以实时进行调整。

提问：非常感谢，我有两个非常简短的问题。第一，我们预测你的信息的传播。第二，你观察到了总共有多少种共谋的策略？

Kave Salamatian：我们是不是可以打破这样的信息的传播？是的，有一些方法。我们其实不能够阻止当前信息的传播，但是共谋的这一组人我们可以打断。比如有些人他们在共谋，我们探测到了他们，我们可以把他们的帐号停止，我们可以快速探测到活跃分子，我们必须要快速找到这些活跃分子。我们目前看到的这些策略，我们也在分析两个案例研究，其中一个是关于宣传的策略，还有俄罗斯有5-6个宣传的策略，有些是僵尸网络的策略，有些是别的。还有一些案例，我的博士论文里面也谈到了。

如果有这样的策略层，那就是关于政治的问题了。你到了策略层已经是政治层了，你必须要知道有些人知道政治的人的进入，然后要知道如何进行处理，这也是一个挑战，我们有一个博士学位的学生也在研究这样的话题。

主持人：非常感谢，差不多时间已经到了，感谢您。

接下来，有请麦考瑞大学教授、澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CRISO）、Data61信息安全与隐私方向负责人Dali Kaafar教授，演讲的主题为“软件定义网络（SDN）数据平面安全：问题、解决方案及未来发展方向”。

Dali Kaafa：非常感谢邀请我来到此次大会上，也非常感谢对我的介绍。现在所谈的这样的话题，其实在网络的世界里面谈论的比较少，而且并不是非常热门的一个话题，尤其是对于数据面的安全。所以我今天讲的就是SDN，就是软件定义网络数据面安全的问题，还有解决方案以及未来的发展方向。

这个就是我今天要大致谈论的一些问题，一个就是为什么我们要使用SDN？同时，我也会大致谈一谈我们现在的SDN数据面最新的发展，以及SDN安全问题的分析；同时我也会谈论一下我们现在的一些解决方案，以及我们去了解一下未来研究的一些方向等等。这个就是大概我想谈论的一个问题。

现在我介绍一下SDN，大家看过之后可能会非常熟悉，一个是现在用的SDN的控制器，这是传统的网络。最终的想法其实就是让我们能够把所有的网络控制集中化管理，同时能够有能力对我们的网络进行编程，这就是使用SDN最终的目的。

最主要的一些结构是有三层，一个是数据面，一个是控制面，一个是应用面。你可以把它设想成有三个不同的层面，同时可以更好地去定义整个网络，然后同时可以更好地去实施我们的网络，这就是我们三层网络结构的作用。同时，我们可以更好地去实施数据的控制以及网络的控制，还有应用的控制。

对这样架构的实施，我们可以用不同的数据面来实现。比如说这个数据面主要就是包括交换机、路由器等等，这些基础设施。这样的数据层面主要就是为了传播，把这个信息通过不同的设备来把这样的信息传递给下一个终端，这就是它的主要的问题。同时，它可以通过我们OpenFlow的控制机进行沟通。它也是一个控制路径，是用了一个协议，这个协议可以跟OpenFlow控制器进行交换。中间交换所实现的媒介就是OpenFlow的协议，用的一个协议包括SL等等。这就是OpenFlow的交换机，在我们整个软件层面，以及硬件的层面来实现交换。这个交换机所在的位置就是软件的层面，同时通过一些不同设备之间的沟通来实现OpenFlow数据的交换。这个是OpenFlow的表器路，有一些状态等等，所以可以根据不同的数据可以把数据传到端口，同时可以压缩和转发不同的信息给控制器，同时把数据包发送给控制器，以及给正常信息处理的通讯界面也传递给这样的处理器。这个就是OpenFlow软件的例子，包括交换机、防火墙、路由的协议。

最近在SDN数据面发生了一些动态和一些技术也非常有趣。比如说很多人会把不同层级或者是多层级OpenFlow的表传到我们的设备当中，比如说在OpenFlow1.0我们就介绍了相关的功能。同时还有一个就是，我们的管径向（音）的定义，可以定义数据包是怎么处理的等等一些相关信息。我们还可以通过不同的方法能够提升匹配的规则，我们的规则更为灵活。除此之外，还有一些状态性的数据面，包括如何在（英文）的形式更好地来确保或者是降低交换机到控制机信号的延迟。这些都是我们现在SDN数据面相关的一些技术。

我们现在再看一看SDN数据安全的分析。我们可以看到，数据安全是基于有一些是SDN的特性来定义的或者是来产生的。比如说我们用SDN的话，我们可以用中心或者是集中化的控制器来管理我们的网络，还有用单点的失败或者是故障也可以确保数据的安全。整个概念其实就是为了更好地去控制我们的网络数据，以及实现数据安全。尤其是从安全的角度来看尤其重要。

第二点，这是开放式的界面。这种开放式的界面可以使SDN实现编程化的功能，可以使不同的应用能够把不同的政策运用到控制面板当中，这就使我们的软件变得更灵活。还有一个就是，我们可以把数据或者是设备管理的协定来转发，这样我们就可以向我们的数据或者是设备实现重新配置，比如说我们现在就有。比如说已经产生了（英文）或者是（英文）技术，这都是我们的一些应用。还有就是第三方的服务，比如说就像OS、SDN的控制器等等，都是可以支持安装以及第三方板块、第三方设备上来进行相关的命令执行的。比如说我刚才讲到的操作系统，这个操作系统就可以由我们SDN控制器来支持，我们可以把相关的软件直接安装到操作系统当中。最后一个就是NFV，这个也是非常重要的一点。我们网络功能的虚拟化，其实也是可以通过SDN来实现的。

这个就是通过我们的分析来了解网络安全的一些隐患或者是一些事故点。比如说SDN它可以不同数据的储存，以及数据定义，我们可以分离。这样的话，我们就可以实现集中化的管理。你可以看到，我之前讲到的三层数据面以及包括我们的控制面等等的话，大家可以把这块联想起来。我们可以把不同的范围进行分类，在分类之后我们就可以通过不同的分类来实现不同的功能，然后实现集中化的管理。包括我们如果说实现定制化的管理，包括我们定制化软件也可以通过SDN实现。

我们可以通过不同的实施方式的分类，来将我们不同的SDN应用到不同的应用和不同的功能当中。这个看起来其实有时候是非常简单的操作，比如说我在最近的论文当中谈到了有一些安全的问题，包括对我们网络硬件的攻击或者是袭击，还有包括对协议的攻击、渠道的攻击，都可能造成不同网络安全的隐患。

我最近也写了一个相关的论文，这个论文也涉及到不同网络协议的袭击。因为我们知道，我们也会知道网络的一些协定是很容易受到攻击的，在攻击过程当中尤其是BGP的攻击是非常常见的。我们其实也是一直在试图去用不同的取证，然后也用不同的传输设备能够来减少数据处理的时间，以及数据包处理的时间，然后再去确定或者是认定袭击数据的来源。

在这种情况下，我们要怎么样保证SDN数据面的安全性呢？首先，我们来了解一下为什么这个很关键或者是一个重要的问题。我们知道现在数据安全已经成了一个非常重要的话题，尤其是我们对传输的设备经常会成为我们数据袭击的目标，尤其是在保证数据安全的问题上或者是数据面安全面上，可以更好地去防止网络的攻击，也可以更好地去防止一些黑客利用不法的手段来攻击相关数据，包括CIA，他们也提供了相关数据，我们可以相结合，同时我们的技术也可以支撑相关应用。比如CIA利用（英文）相关路由器来实现相关的数据监控。

除此之外，对于那些非常有手段的黑客来说，我们是要有其他新的方法来去应对的。比如说我们最近有一些报道关于CVE-2014-9295。有黑客进入到路由系统进行攻击，他们试图去扰乱相关的路由程序。所以这些黑客的手段或者是黑客对网络攻击之后，他们的后果就是会影响非常大，尤其是对于我们运输的设备影响是非常大的。

其实相比传统的网络，我们SDN数据面安全性是跟传统网络不一样的。因为它是有一些相关的设备，这些设备它可以对我们的数据产生更严重的影响，包括我们现在的一些解决方案其实也是可以兼容的。比如说由于我们现在的一些传输设备的原因，它的可移动性是更高的。所以我们现在其实是要求我们重新设计OpenFlow协定，这样才能更好地满足相关方案，去解决可溶性、可兼容性。我们在设计架构的时候忘记了安全性，但是我们觉得在设计的时候要考虑到安全性，所以在我们的项目当中一下子在设计架构的时候考虑到了安全。

找到控制平面完整性，这个验证也很难。我们有的时候会有一些对于转发的设备，我们可以有一些欺诈性的信息，做这样欺诈性的信息很容易。所以我们发现的问题就是控制平面的完整性、真实性验证很困难。

最后一个，有状态的SDN转发设备，我们需要对于性能进行升级。同时，我们需要再增加一些安全的合规性，确保真正有状态。我们必须确保转发设备当中的状态是有保障的，这样的状态需要验证，现在缺乏验证，还有有的时候需要升级和需要集中的管理。我们的解决方案是非常复杂的，必须要进行一些设计。有的时候有些解决方案互相有冲突，我们要有扫描的能力，在网络当中进行扫描，有的时候有些情况不一定是正常的。还有，我们要区别他是不是恶意的攻击。还有，我们要能够定位恶意的设备，比如说哪些设备它是故意要发恶意的信息。还有一关于SDN的数据平面，我们要有状态的数据平面，需要有这个引擎。对可能的威胁我们必须要有响应，我们要找到转发的设备。我们要有智能响应的设备，对它做出相应。还有最后一点也是非常重要的，所有的这些解决方案都要能够支持到状态的数据平面。

简单看一下我们的方法。我其实已经谈了两个解决方案，SPHINX是2015年提出的，它是一个框架，通过这个框架能够探测到对网络拓扑的攻击和数据平面转发的攻击。第一个就是对于网络运营进行抽象化，特别是在逐渐增加的流量图当中进行抽象化。我们到了流量表，看一下流量的持续性。我们经过相似性的测量，如果转发的设备它是一个良性的，它没有受到损坏，这样的转发包就是在过去几个小时中，转发包应该是恒定的。当转发变得困难，在整个流量分配上开始变得困难了，那可能会出现问题了，可能会出现一些异常情况，可能网络出现一些问题。转发的设备遭到了一些困难，可能会遭到别人的黑客攻击等等。

另外一个，这个其实是叫做控制不可知论的预情控制系统。主要是看一下那些出故障的恶意设备的问题，要把这些出故障的恶意的设备关掉，不希望他们再提供有危险的信息。我们有“三步走”，第一个要理解不同流量的轨迹是什么样的。我们随机拣选出路由器、交换机、监测器，然后看一下是不是有这样的转发。我们进行扫描，扫描一下这样的情况，看一下流量应该怎么走，然后进行扫描来看它是否异常。这种期待的轨迹和实际的轨迹进行对比，看一下是不是有人攻击了，这是应该是这样走的流量，但确实出现了有一些路由的转变。这样的话，我们觉得这里出现了一些可疑的问题了，我们必须要采取行动，要减少这种攻击是非常重要的。特别是对这种出问题的转发设备，我们必须要立刻采取行动。如果你探测到问题了的话，我们必须采取行动，我们并不假设一切都是万事大吉。这里有一个例子，我们给出指导。对于控制的设备，有时候所有进入的流量马上进行阻止，这是控制器做出的功能，这是（英文）的算法。

接下来还有其他的演进设置，在我们网络当中的一些研究。这是我们评估的网络，我们其实有一些人工的拓扑，还有几千个轨迹都进行研究。还有评估，评估也非常重要的。比如说像网络的任务等等，要进行调查，如果出现出故障的设备的话，我们都要进行调查。像这种攻击者其实永远不会穷尽的，我们要应对一些恶意的攻击，他们的行动是什么。他们有的时候可能会是延迟采取拖延战术等等，我们也会有一个组合拳的攻击。这是一个非常好的结果，结果其实并不是太糟糕。非常有意思的就是D的情况，探测成功比是多少，要达到非常高的成功率有时候会出现一些问题，你必须要有一个非常好的数据平面和引擎，结果不是很糟糕。我们发觉这种精准率、精确率是非常高了。我们在整个流量过程当中来尝试越多的话，准确度就会越高。

很多话题都是非常有意思的，确实有些时候还有一些限制，我们还有待于更多的研究，很多的方法我们都已经提出来了，所有的这些都是依赖于这样的假设。可以探测到这些攻击，然后通过数据的方法来探测到，像这种恶意的设备可能会更为恶意。像这种转发的，转发其实仅仅是其中一个，但是背后的恶意攻击威胁更大。大部分会被人察觉，大部分的转发会被察觉。有人说这些转发设备并不是恶意，有很多这样的假设，但是我觉得这样的假设是不成立的。还有对于性能的问题，我们其实并不知道这种虚拟或者是虚拟机的迁移会出现怎样的情况，这方面关于虚拟机迁移的准确率还有待检测。

最后，像网络定义的网络这方面的工作还在进展，还有网站定义的云也在路上，我们要确保我们的数据平面是安全的。要更好地理解安全是有状态转发的设备，还有很多问题要解决。像有状态的转发设备我们还要做更多的研究。

这是我的演讲，谢谢大家。

主持人：感谢，有没有问题呢？

提问：非常感谢，感谢您的精彩演讲。我的问题是关于新的一些威胁，其中有一个叫（英文）系统在控制平面、转发平面之间的。我们也说你做了这方面的工作，你有这样的图是不是给我们更详细的解释。

Dali Kaafa：是的，基本上我们可以有一个图表，根据他转发的策略。

提问：是不是有一个单个的设备可以知道这样的图表？

Dali Kaafa：控制器确实要扮演更多的作用。像SDN的一致性，其实是由控制器来进行控制。有的时候在这样的情况下，有些具有讽刺意味的是，有些控制器需要一致性，控制器有一个集中的整体概念。你有的时候并不需要从安全角度来说有一个集中化的观点，除非出现单个的故障。我们有一个项目，这个项目是分布式的控制器，因为你要控制安全，很多的运营商、很多的玩家他们就建立一些网络。比如说由一个单一的SDN来看整个网络，我可以确保一贯性，这个当然也是比较难的。

我们的方法在数据平面当中看一下怎么样建立这样的图表，就是南向的APR在转发当中接收到信息，然后画出这样的图表。控制器应当有一个一贯性的视图，看一下这个图表的轨迹。我们已有的建成并不一定是优化的，很多控制器有自己一部分的视图，所有轨迹进行匹配，看看这些轨迹是不是真正匹配，如果不匹配是有一些问题的。

主持人：我这里有一个问题，之前有一个教授说用数据驱动的方法来确保安全，那么您怎么看？比如说神经网络。

Dali Kaafa：很多的智能我们推到控制器当中了，就是关于数据驱动。其实主要的一个愿景就是很多SDN国家也非常欣赏的，就是可以有一个数据所驱动的技术，由SDN来控制网络，这是SDN的美丽所在。它其实确实赋能很多潜在的可能性。

主持人：非常感谢。

接下来，有请NII副教授，SINET（日本科学信息网络）NFV Testbed技术负责人Takashi Kurimoto，演讲的主题为“日本高速研究与教育网SINET5和网络功能虚拟化服务试验台概述”。

Takashi Kurimoto：非常感谢您，感谢你们邀请我来做这个介绍，感谢大家的邀请，这是非常好的一个峰会。我今天演讲的话题就是“日本高速研究与教育网SINET5和网络功能虚拟化服务试验台概述”。NII就是日本国际情报学研究所，这是NII更多的是在学术基础设施平台上运作的，它是一个非常基础的平台。它这边是一个国家级的100千兆主杠网络，这个就是SINET5。我们现在支持不同运用，包括云服务。

现在我来介绍一下SINET5平台。SINET5它是有很多前沿研究设施的，同时其中一个比较重要的功能就是它能够和许多前沿的研究设施所连接，比如说地震感应器、无线电波望远镜、计算机等等都可以连接到SINET当中。同时，SINET网络它也支持各个国际的项目，包括我们给他们提供国际的网络连接，包括在瑞士LHC、包括在智利等等都是在我们这样的一个架构下可以被支持到的。同时我们有许多研究项目都需要这样的数据安全，所以我们这种高性能服务非常受他们的欢迎。同时SINET也扮演了一个非常重要的角色，尤其是在高层级的运用服务领域，比如说像数据的服务，以及许多的教育活动当中，它的运用都是非常广泛的。

这个幻灯片是我们最新的网络技术，就是SINET5。SINET5其实是覆盖了很多不同的省，所有的省都用到了100千兆网络线路。我们从2016年开始运营，大概有900所大学和研究所都运用了SINET5网络，同时大概有300万用户。

同时，对于私立大学的覆盖范围虽然比例有一点低，但是私立大学数据现在也是相比国立大学的数据，是国立大学的4倍。同时，它现在有50个（英文）。所有的路由器都可以连接到大于100兆的线路当中，同时所有的路由器能够适应不同的大学连接线路。除此之外，SINET它还有国际的网络线路，可以连接到美国、欧洲、亚洲的其他国家。在日本，我们设立了5个路由器。这些路由器就可以供大学都连接到国际的线路。

这个就是我们SINET流量的一些需求，这个流量的增长线大概相比去年，这个流量大概增长了1.3倍。同时相对2015年-2016年相比，增长的比率大概是在1.55倍。

这个就是我们SINET5内部网络架构，SINET5可以连接到日本ISP和IXP网观路由器。同时国际线路可以连接到外国国家研究和教育网络当中，也就是AREN（音）。通讯速度大概在10-100千兆。在2019年上半年更新战略计划，这个战略计划就是更新我们日本到欧洲的网络，以及欧洲纽约的线路，通过洛杉矶进行转送，还有包括欧洲新加坡的线路，增加到100千兆，这个计划是在2019年2-3月期间进行实现。

除此之外，从国际的战略宏观角度来看，我们也是希望将日本和欧洲、日本和美国线路增加，采用新的100千兆的线路。这个就可以供国际的研究机构来进行使用，使他们享用100千兆高性能和高稳定性的通讯。今年，我们计划日本到香港这条线路的网络也更新到100千兆网络通讯当中。

它的连接线，尤其是针对SINET5连接线，我们计划更新的部分，大学很多都连接到连接线到SINET基础设施当中，他们使用的网络连接线其实是不同的连接线，大概有30多个大学是用了我们100千兆的连接线连到了SINET上面。这个数据是非常大的，但是每一个大学都是不一样的，大学的使用者他们可以通过100千兆的带宽来传输最大的数据。

我们可以看到SINET5网络架构是非常复杂的，情报研究机构设计了一个非常全新的高性能、高可靠性的网络架构，我们可以将网络实施出来，与不同的网络供应商、电信运营商进行合作。我们有不同的光纤层级，还有一个数据包的传输层级等等，在每一个（英文）当中，我们的（英文）交换机和路由器都是可以部署的。同时，（英文）可以提供波长路径给（英文）路由器。这个（英文）也可以提供（英文）和（英文）的路径给我们的IP路由器，这样IP路由器可以提供多层级的网络服务，比如说网络连接服务，以及VPN服务，这样可以供学界相关使用者所使用。

这个PPT就是分层或者是切片式的网络服务。在每一层的网络服务当中，他们都可以部署到一个有逻辑的路由器当中。所以，这样每个逻辑层的路由器其实都是独立的，他们同时都是独立的连接到MPLS-TP的路径当中。这样的话，这个网络和另外一个网络其实都是相互独立的，不会出现干扰的情况。比如说在使用VPN的时候，我们在把VPN逻辑的服务装到另外一台设备上的话，我们这样的VPN就没有办法去实现，这就是我所说的独立性的应用。还有100千兆的网络，现在可以传送100千兆的流量，从一个点到另外一个点，比如说从一个城市到另外一个城市。同时这样的运营状态也是现在能够达到100千兆的运行能力。

大家可以看到在这个图表上面，展现的就是5TB传输结果，传输速度是100千兆，所以看到传播速度非常快。目前运算的流量在（英文）和（英文）之间已经达到了峰值，大概是在100千兆。在（英文）和（英文）这个区域其实是有很多大学的，所以说大家可以看到他们的流量是经常会达到峰值或者是流量是非常大的。所以呢，即使是在这么大的流量需求下，它的网络运行速度也是能够保证在100千兆。

这个就是我们第二层关于VPN预定服务，比如说Layer2的服务，这样的话他的时间、地点等等都是非常明确的，还有点到点或者是多点到多点的二级层级的VPN也是可以搭建的。比如说在多点到多点的VPN服务当中，我们会运用动态ADD和（英文）VPN的地址。同时，我们支持REST界面和NSI的界面。同时，我们的使用者他可以利用REST和NSI的界面来控制VPN的设置。VPN而且我们的用户他可以通过GUI自己设立一个VPN，比如说他可以用网络上面的窗口来选择登录，以及选择一个项目。这张就是路由的固定服务，就是从点到点的VPN可以通过GUI进行配置，整个传输的延迟可以通过图表展现出来。另外，这个系统整个传输的延时在这里大家可以看出来。用户可以评估一下整个运用的性能，可以看到不同的路由有不同传输的延时。

这里是VPN路径的设置和发布的时间。我们有一个样品，样品是由一个图表显示出来的，取决于设置和发布的时间，我们有了这样一个图表。我们需要40秒的时间进行设置和发布。一般来说，大部分的VPN可以在40秒钟设置并且发布。但有的时候会有更长的时间，有时候甚至是200秒以上的时间来完成这样的设置，这个时间就很长。为什么会出现呢？关键就是有这样的一个冲突出现了，我们要减少这种任务的冲突来缩短这样的设置和发布的时间。这是互动的情况。

接下来我要介绍一下NFV测试床的情况。NFV测试床的概览，我们在NFV的平台在四个数据中心得到了部署，NFV的平台自2016年6月份开始运营，每个数据库就有两个高速链路的连接，它是100GBS高链速的网络。他们同时有一个编排器来进行管理，他们是一个分布式的NFVDC架构。我们主要是为网络，还有大学提供这样的服务，这些NFV的服务主要是为大学服务的。这里是一个具体的案例，是我们为大学NFV的服务。比如说里面有相应网络的设备，像路由器、防火墙、载荷平衡器都会放在云端。当然，保留了两个交换机，这样整个运行的情况变得更加简化了，这样简化设备的架构给大学的园区带来了很多的好处。

接下来，我们要评估一下NFV的服务。我们对NFV构架了一个性能测试床，这个展示出了NFV平台设施。SINET5是有自己的VPN控制器的，左边是一个平台，SINET5的平台，这里面有VPN的控制器、云控制器、NFV编排器，云控制器产生了一个虚拟机，NFV产生了第二层的交换机。下面还有一个实体的情况，比如说储存，还有服务器。NFV平台有一个云控制器就产生了一个虚拟机作为服务器，在服务器上面。然后NFV有一个协调器，产生了VNF和控制器有相关联性。我们有一个端口的连接器和租户的网络进行连接。这个是云控制器和NFV的编排器，我们主要是管理4个数据中心当中的50个计算机的服务器。在前面的一个编制当中有很多云的控制器，3个云控制器，在4个数据中心当中就需要3个云控制器，我们其实要减少服务器和控制器的数字。我们主要是把左边改变到右边，这个数量大大减少，所以结构大大简化了。在云控制器当中，每个数据中心当中只有3个服务器。另外，像NFV的编排器也有两个这样的服务器，我们就减少了服务器的数量，一套的云控制器其实管理了所有的服务器。这样的一个虚拟机也可以来运行NFV的编排器。

这张幻灯片显示出两种NFV编排的服务，一个是平台操作管理的服务，第二个是用户管理的服务。在前面一个服务当中，VNF是由NFV平台操作者管理的，NFV许可是由平台操作人员拥有的，用户可以使用VNF作为一个租用的VNF。NFV的编排者运行虚拟机，虚拟机其实是部署在平台上。VNF是在平台上运行的，并不是拥有者所运行的。这其实是由用户自己管理的，VNF的许可是由用户自己拥有的。虚拟机是在用户的租户上面进行部署的。VNF平台管理者设定了相关的功能，通过编排器调节功能，客户可以用相应的虚拟的网络功能。用户所管理的服务使用这样的服务来进入编排器，这样的编排器是编排在用户的网络当中，这样的VNF编排器其实就产生了B租户，然后用户B使用，这样是由用户自己所用了，同时也是由他自己来管理。

这张幻灯片是VNF服务当中自主康复治愈的功能，目前有一个DC之间自动的治愈提供相关的VNF的网络。用户的VNF其实受到了DC之间自动治愈，编排器来得到保护。VNF的编排器其实也得到了DC之间的自动治愈，得到了云控制器当中的保护。这里可以看到VNF恢复期间的评估，在整个恢复当中我们需要6分钟的时间，也就是具体时间的分布我们可以看到3分钟、2分钟、17秒钟、11秒钟，我们要缩短恢复的时间。有一个托管的OS的安装，我们要缩短整个的恢复时间。其中有一个备用的VNF，目前设置了，然后进行激活。我们其实有第三步和第四步的过程，然后有30秒钟。在这个情况当中，第三步和第四步是必要的，我们需要30秒钟来进行恢复。

这个是WAN组网相互互联的情况，这个展示出外围的情况。第二层NFV和VNF的服务，方法就是通过SINET5，我们有相应的样机进行连接。这个是我们互相工作的配置，可以看到VNF的编排器和网络的控制器。这个数据显示了它们之间相关联的关系，有很多的控制器能够连接在一起，我们必须要有很多的执行，开销还是比较大的，要把所有的控制器都整合在一起，开销是很大的。

这是我的最后一张幻灯片。这是我们测试当中的例子，我会给大家看一下，我想要介绍的是这么一个例子，VNF平台在测试当中的服务。在这个案例当中用了商用云，（英文）商用云，把私有云服务联系在一起，它是一个虚拟的私有云的服务，名字叫（英文）。用户设置了一个路由器，它是说BGP和（英文）网观进行说话。我们有（英文）路由器，这样其实在整个用户层就不需要特别的网络设备了，它可以和example网观进行说话。这是非常简单的（英文）的结构，然后用第二层域名延伸到了站点，数据就从（英文）当中通过虚拟路由器进行路由。这是（英文）测试样本，是8K的传输实验。在这个过程当中，我们有展示8K非压缩的影像进行传输。这是在日本下雪的节日当中进行传输的，这是24GBP8K的图案，其实是输出了，在虚拟机当中传输到了NFV的平台当中。它是通过下游到达展示站，VNF的平台是和SINET5进行连接，是有非常高速的100GBP的链路。这是去年2月份进行试验，这是非常成功的试验。

这是我的演讲，所有的内容都结束了，谢谢。

主持人：非常感谢，大家有没有问题或者是评述？我有一个简短的问题，在SINET5和之前SINET4两个版本之间有没有区别？

Takashi Kurimoto：在SINET5，它是一个高的等级化的网络，是高的层级化的网络架构。我们是有这些路由的部署，有很多路由器的部署，像东京、大阪、福冈，这些地方都有部署。还有另外一个，在现实当中有一个路由器和网络连在一起，所以它是有等级的。大城市有这样的等级，小的县城有这样的成绩，所以它是分等级的一个网络。当然，如果在网络当中是有一个通讯延时，如果很长，这个流量到了一个核心的路由，然后核心路由再到边缘路由，中间是有一个延迟。因为有这样的情况，用户整个接收顺畅度就不是很流畅了。所以我们必须要把这个改到SINET5网络架构上去，这样用户的路由就可以互相直接连在一起了，而不需要通过核心网络，也就是边缘的网络都可以连在一起，这样传输的延时就可以减少，然后整个吞吐量可以大大提升。

主持人：谢谢您。我要结束这一场，非常感谢，感谢大家的参会。