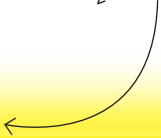


Informatik

Internet in Lichtgeschwindigkeit

Ankit Singla will das Internet mit Funkantennen und Satelliten ergänzen. Dadurch könnte dieses um ein Vielfaches schneller werden und Daten beinahe in Lichtgeschwindigkeit übertragen.

Die Vision:
Datenübertragung bei
299 792,458 m/s



8

Das Internet wird immer schneller. Weltweit werden neue Glasfaserkabel verlegt, und die Bandbreite für Datenübertragung wird ausgebaut. Doch für Ankit Singla, seit 2016 Assistenzprofessor am Departement Informatik der ETH Zürich, ist das Internet trotzdem noch nicht schnell genug. «Könnten wir ohne jegliche Verzögerung miteinander kommunizieren, dann würde echte Telepräsenz möglich.» Was Singla damit meint: Wir könnten von unserem Wohnzimmer aus Freunde, die am Strand von Teneriffa Ferien besuchen, mithilfe einer Virtual-Reality-Brille und einiger Sensoren besuchen und mit ihnen virtuell interagieren. Realität und Fiktion würden verschmelzen. Doch damit ein solches Erlebnis authentisch wirkt und immersiv ist, muss die Zeit, die ein Signal benötigt, um im Internet von Punkt A nach Punkt B zu gelangen (Latenzzeit), unter 20 Millisekunden liegen. Heute

beträgt sie je nach Distanz und Verbindung oft noch ein Vielfaches davon. Das verunmöglicht es zum Beispiel professionellen Musikern aus unterschiedlichen Erdteilen, auch über Internet miteinander zu proben.

Inspiration Hochfrequenzhändler
Singla stammt aus Chandigarh in Nordindien. Nach einem Ingenieurstudium in Bombay doktorierte der heute 32-Jährige an der University of Illinois in Computerwissenschaften. Dort verfasste er 2014 gemeinsam mit Kollegen ein Manifest für ein schnelleres Internet. Die Vision: Datenübertragung bei Lichtgeschwindigkeit (299 792,458 m/s), dem physikalischen Maximum. «Das Internet ist heute durchschnittlich 37 Mal langsamer als theoretisch möglich, oft sogar bis zu 100 Mal», erklärt Singla. «Und das liegt nicht etwa an der verfügbaren Bandbreite.» Die hohen Latenzzeiten

hätten drei Ursachen: die geografische Distanz zwischen Servern und Computern; die Protokolle, welche die Datenübertragung organisieren, und die physische Infrastruktur des Internets, also Kabel, Server und Router. «Der erste Faktor ist fix. Die beiden anderen können wir optimieren», erklärt er. «Ich konzentriere mich in meiner Forschung auf die Infrastruktur mit dem Ziel, darüber die Latenzzeiten zu reduzieren.»

Inspiration für seine Forschung findet Singla unter anderem bei Hochfrequenzhändlern an den Börsen von New York, Chicago, London und Frankfurt. Dort entscheiden Mikroskunden über Gewinn oder Verlust von Millionen. Deshalb bauen sich die Trader ihr eigenes, optimiertes «Internet»: Auf hohen Gebäuden, wie Wolkenkratzern oder Fernsehtürmen, installieren sie in 70 bis 100 Kilometer Distanz voneinander Funkantennen,

über welche Daten in Form von Mikrowellen von Punkt zu Punkt gesendet werden. Das Ergebnis: Die Daten werden in der Luft beinahe (innerhalb von fünf Prozent Abweichung) mit Lichtgeschwindigkeit in Vakuum übertragen.

«Wir möchten ein solches System allen zugänglich machen», sagt Singla. Dafür arbeitet er nicht nur mit Computerwissenschaftlern zusammen, sondern auch mit zwei Physikern der Universitäten Yale und Kalifornien, die einst selbst an der Börse im Hochfrequenzgeschäft gearbeitet haben. Gemeinsam simulierten die Forschenden für eine aktuelle Publikation, welche Infrastruktur für die Abdeckung von 85 Prozent der US-Bevölkerung mit einem Quasi-Lichtgeschwindigkeits-Internet notwendig wäre. Das Ergebnis: Ein Netz aus Funkantennen auf 2526 bestehenden Türmen, von de-

«Das Internet ist heute bis zu hundert Mal langsamer als theoretisch möglich.»

liche Latenzzeit von 400 Millisekunden die Suchanfragen um 0,74 Prozent. Insofern geht Singla davon aus, dass private Konzerne als erstes Mikrowellennetze im Kleinen aufbauen werden. Singla kooperiert deshalb auch mit einem Forscher von «Akamai», einem amerikanischen Cloudservice-Anbieter, der den Nutzen solcher Netzwerke für die eigenen Dienstleistungen testen will.

Bislang war Singlas Arbeit zum Lichtgeschwindigkeits-Internet reine Theorie. In den kommenden Monaten will er jedoch mit seinen Partnern in den USA erste Experimente auf einem bestehenden Mikrowellennetz von Hochfrequenz-Händlern durchführen. Zum Beispiel auf demjenigen, das die 1200 Kilometer zwischen New York und Chicago überbrückt. «Wir wollen herausfinden, für welche Anwendungen ein solches Netz gut funk-

nen jeder nicht weiter als 70 Kilometer vom nächsten entfernt liegt, würde ausreichen. Die geschätzten Kosten dafür: 253 Millionen Dollar für die Installation und 96 Millionen Dollar jährlich für den Betrieb. «Das ist relativ günstig, wenn man bedenkt, dass der Bau des neuen Unterwasser-Internekkabels am nördlichen Polarkreis, das einst London mit Tokio verbinden soll, 850 Millionen Dollar kostet.» Doch wie will Singla die Kontinente über die Ozeane hinweg miteinander verbinden, wenn für die Datenübertragung hohe Türme notwendig sind? Seine Idee: Ein Netz aus Satelliten könnte das Lichtgeschwindigkeits-Internet übers Wasser hinweg fortführen. «Space X wird bis 2024 rund 2000 zusätzliche Satelliten in Betrieb nehmen. Wir könnten diese für die Signalübertragung nutzen, da ein Grossteil der Satelliten in erdnahen Umlaufbahnen fliegen wird.»

Für interaktive Anwendungen

In Singlas Vision wird das Lichtgeschwindigkeits-Internet das bestehende Glasfasernetz nicht ersetzen, sondern lediglich ergänzen. Dies auch, weil die Bandbreite für die Datenübertragung per Mikrowellen bis zu tausend Mal geringer ist als per Glasfaserkabel. «Deshalb wäre es nicht sinnvoll, wenn wir für Videostreaming und Filesharing Funk nutzen würden, was in den USA zu Spitzenzeiten über 70 Prozent der Datenübertragung ausmacht.» Den grössten Nutzen erkennt er in interaktiven Anwendungen wie Telepräsenz, Multiplayer-Games oder dem gemeinsamen Musizieren. Doch auch die Industrie ist stark an einem solchen Hochgeschwindigkeits-Internet interessiert: Amazon hat berechnet, dass 100 Millisekunden zusätzliche Latenzzeit zu einem Prozent weniger Verkäufe im Onlineshop führt. Und bei Google reduziert eine zusätz-

tioniert und welche Modifikationen nötig sind, um es mit dem bestehenden Internet zu koppeln.» Für eine reibungslose Integration braucht es nämlich auch neue Protokolle, die zum Beispiel damit zurechtkommen, dass Pfade zur Datenübertragung durch die Erweiterung des Systems schneller und öfter wechseln. Mit einem Mix aus Experimenten, Analytik und Simulationen will Singla die Grundlagen dafür schaffen. — Samuel Schlaefli

Ankit Singlas neuste Publikation zum Lichtgeschwindigkeits-Internet:
→ arxiv.org/pdf/1809.10897.pdf