

Więcej światła!

Dzisiaj telekomunikacja nie może się obejść bez cyfrowego zapisu danych. Nic dziwnego, że Nobel trafił do wynalazców kabla światłowodowego i matrycy CCD.



Noblista prof. Charles Kao pracuje nad światłowodami. Wielka Brytania, lata 60. / fot. Chinese University of Hong Kong, PAP/EPA, onet.pl

Zobacz także:

[Nagrody Nobla 2009](#)
[Nr 42 \(3145\), 18](#)
[października 2009](#)

Tegoroczna nagroda Nobla z fizyki to sukces telekomunikacji i elektroniki. Podzielił ją między siebie Charles K. Kao za wynalezienie światłowodu telekomunikacyjnego oraz Willard S. Boyle i George E. Smith za wynalazek matrycy CCD zamieniającej obraz na impulsy elektryczne. Nagrodę Nobla z fizyki w 2009 r. otrzymały więc wynalazki ściśle związane ze światłem, a zarazem ze sposobem, w jaki się dziś ze sobą komunikujemy.

Pięć bilionów telefonów

Jakkolwiek pomysł światłowodu, czyli przewodu umożliwiającego przesyłanie światła na zasadzie całkowitego wewnętrznego odbicia, pochodzi z lat czterdziestych XIX wieku, zasługą urodzonego w Szanghaju Charlesa Kao było wykazanie, że przez odpowiednio oczyszczenie szkła można uzyskać transmisję informacji na duże odległości. Wcześniej wydawało się, że nie jest to możliwe, a światłowody da się używać wyłącznie do przesyłania obrazów na dystans co najwyżej kilkudziesięciu centymetrów. Światłowody takie były stosowane w medycynie, na przykład w gastrokopii.

Typowy światłowód telekomunikacyjny to przewód ze szkła kwarcowego o bardzo dużej czystości, o średnicy ok. ćwierć milimetra, zawierający rdzeń i okrywający go płaszcz o mniejszym współczynniku załamania światła. Umożliwia to przesyłanie informacji w strumieniu światła ulegającemu odbiciu na granicy tych dwóch ośrodków. Odcinki światłowodów o długości rzędu dwóch kilometrów łączy się razem i umieszcza w kablach telekomunikacyjnych, których sieć oplata cały świat, łącząc ze sobą kontynenty. Możliwość transmisyjne kabli światłowodowych są ogromne. Jeżeli wyobrazimy sobie całkiem realny praktycznie kabel o dwustu włóknach światłowodowych, z których każde przenosi 160 fal świetlnych o różnych długościach, a za pośrednictwem każdej fali przesyłamy sygnał o przepływności 10 gigabitów (miliardów bitów) na sekundę, to uzyskujemy trudną do wyobrażenia przepływność 320 terabitów (bilionów bitów) na sekundę. Umożliwia to na przykład jednoczesną realizację pięciu bilionów połączeń telefonicznych (to prawie tysiąc razy więcej niż liczba ludzi na świecie!), albo przesłanie zawartości 60 tysięcy płyt CD w ciągu sekundy.

Nie dziwi więc, że wynalezienie światłowodu doprowadziło w ciągu kilkunastu lat do zastąpienia przez transmisję przewodową dominującej dotąd na długich dystansach łączności radiowej, naziemnej bądź satelitarnej. Co ciekawe, w tym samym mniej więcej czasie nastąpiło zastąpienie łączności przewodowej (korzystającej z przewodów miedzianych) na małe odległości, w tzw. sieci dostępowej, przez systemy mobilnej łączności radiowej. Wynalazcy tych ostatnich systemów, a w szczególności telefonii komórkowej, niewątpliwie również zasłużyli na nagrodę Nobla.

Miliony pikseli

Wynalezienie matrycy CCD ma też swój wyraźny związek z telekomunikacją. Jej twórcy, czyli Willard Boyle i George Smith, pracowali w słynnych Laboratoriach Bella w Stanach Zjednoczonych nad nowym sposobem rejestracji obrazów, który można by było zastosować w wideotelefonach. Technologia CCD (ang. Charge Coupled Device) korzysta z tzw. efektu fotoelektrycznego, w którym światło padające na odpowiedni materiał wytwarza sygnał elektryczny proporcjonalny do jego natężenia. Istotą wynalazku nagrodzonego tegorocznym Noblem było zaproponowanie sposobu przechwytywania, przechowywania i przekazywania nośników elektrycznych oraz tworzenia pojedynczych elementów światłoczułych na większym podłożu. Początkowo naukowcy pracowali nad zastosowaniem wymyślonej przez nich techniki do budowy pamięci, ale później zauważyli, że może być ona przydatna do rejestracji obrazów.

Matryca CCD jest zbudowana z krzemu, którego struktura jest zmieniona przez celowe wprowadzenie domieszek, czyli zanieczyszczeń, w miejsce niektórych atomów tego półprzewodnika. Poszczególne piksele, czyli elementy światłoczułe, nie są oddzielnymi kawałkami krzemu, lecz zdefiniowane są przez zestawy elektrod umieszczone nad podłożem, oddzielną warstwą tlenku. Elektrody te pełnią rolę kondensatorów zdolnych do przechowywania ładunków. Przyłożenie dodatniego napięcia do jednej z elektrod zestawu powoduje przyciąganie elektronów. Padające na element CCD światło powoduje wytwarzanie liczby elektronów proporcjonalnej do jego natężenia. Jednym z trudnych problemów, które musieli rozwiązać Boyle i Smith, było opracowanie sposobu przeniesienia ładunków elektronów z poszczególnych pikseli na brzeg matrycy CCD, gdzie mogły być zamienione na odpowiadające im wartości napięć, które już łatwo było zmierzyć i przesyłać dalej. Użyto do tego, w każdym z pikseli, dodatkowych elektrod, które przesuwają ładunki na skutek odpowiedniej sekwencji przyłożonych do nich napięć.

Układy CCD stosowane obecnie w cyfrowych aparatach fotograficznych zawierają zwykle do kilkunastu milionów pikseli. Ale istnieją i matryce o ponad stu milionach pikseli, stosowane na przykład w astronomii. Takie matryce, użyte w teleskopie Hubble'a, charakteryzują się także dużo lepszą jakością i nieporównanie wyższą ceną niż te stosowane w popularnych urządzeniach, jak np. współczesne telefony komórkowe z wbudowanymi aparatami fotograficznymi, miniaturowe kamery czy cyfrowe lustrzanki.

Polski wkład

Zarówno technika CCD i związane z nią zastosowania, jak też systemy światłowodowe są nadal rozwijane. W pracach prowadzonych w wielu krajach bierze też udział Katedra Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zajmując się m.in. przetwarzaniem obrazów uzyskiwanych na matrycach CCD, w ramach dużego europejskiego projektu „Indect”, którego koordynatorem jest właśnie nasza uczelnia. Realizacja tego przedsięwzięcia umożliwi inteligentne i szybkie przeszukiwanie obrazów otrzymywanych z kamer i innych źródeł, na przykład internetowych.

Jedną ze specjalności Katedry Telekomunikacji są badania nad zwiększaniem odporności sieci światłowodowych na uszkodzenia. Już wcześniej podany przykład pokazujący możliwości transmisyjne kabla optycznego pozwala zrozumieć, jak katastrofalne skutki może wywołać jego przypadkowe czy celowe przecięcie. Dlatego też opracowano sposoby przełączania informacji na inne ścieżki optyczne w czasie krótszym niż jedna dwudziesta sekundy. Wyniki badań naukowców z AGH pozwalają ocenić użyteczność różnych metod i wybrać te optymalne.

Niezbýt często Komitet Noblowski honoruje pomysły o tak znaczącym i bezpośrednim wpływie na nasze życie codzienne. Bez światłowodów nie byłoby ogromnego sukcesu internetu, a bez matryc CCD – wielkiej popularności fotografii cyfrowej.

Prof. ANDRZEJ JAJSZCZYK (ur. 1952) pracuje w Katedrze Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W 2008 r. był laureatem Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, zwanej „polskim Noblem”. Autor wielu książek, artykułów oraz patentów w zakresie szybkich sieci telekomunikacyjnych i zarządzania sieciami.

© @ Wszelkie prawa w tym prawa autorów i wydawcy zastrzeżone. Jakiegokolwiek dalsze rozpowszechnianie artykułów i innych części czasopisma bez zgody wydawcy zabronione.



Tygodnik Powszechny na Facebooku

Become a Fan

[Tygodnik Powszechny na Facebooku](#)

Adres artykułu: <http://tygodnik.onet.pl/36,0,34671,artykul.html>