

Artigo

October 25, 2017

Contents

1	Usar a luz como um caixote de bits	1
1.1	Intro	1
1.2	Solução	1

1 Usar a luz como um caixote de bits

1.1 Intro

É provável que já tenhas ouvido notícias com referências a "testes 5G" que empresas como a PT ou a Vodafone tenham feito e em como as empresas de telecomunicações fazem esforços diários para conseguir aumentar o fluxo de informação das redes móveis, a fim de proporcionar aos seus clientes um melhor serviço. As redes de quinta geração permitirão a transmissão de um maior número de dados (mais bits por segundo), permitindo assim um serviço mais rápido e robusto aos utilizadores. De facto, o cada vez maior número de serviços que utilizam a rede móvel, não só as chamadas de voz e vídeo ou sms, mas também de toda a panóplia de aplicações que precisam de acesso à internet constantemente (redes sociais, ou aplicações como o Youtube que consomem um grande volume de dados), torna necessário que as redes de comunicações móveis consigam transmitir um maior fluxo de informação. E como fazer isso? Uma das soluções poderá passar por aumentar a eficiência espectral, ou seja, aumentar o número de bits que se consegue transmitir na mesma largura de banda.

1.2 Solução

No Instituto de Telecomunicações (IT) está a ser desenvolvido um projecto, que envolve os polos do IT de Aveiro e Lisboa, cujo objectivo é implementar

uma rede 5G e conseguir atingir taxas de transmissão de dados da ordem dos XXGbits/s. Uma das técnicas explorada neste projecto usa Comunicações de Luz Visível (Visible Light Communications, ou VLC, em inglês), isto é, comunicações que usam luz no espectro do visível (entre os 400-700 nm) para transmitir informação, são uma potencial solução para as futuras redes 5G. As VLC têm algumas vantagens como o facto de poderem ser usadas juntamente com sinais de Raiofrequência (não há interferência entre estes dois tipos de luz)e também permitem implementações mais eficientes em termos de custo e de consumo de energia. Uma das técnicas exploradas na VLC tem o nome de Modulação Espacial da Frente-de-onda e tem por objectivo transportar informação na frente de onda de um feixe. Para melhor percebermos como funciona esta técnica, vejamos um exemplo. Imagina que tens um laser e fazes um corte transversal num determinado ponto do espaço. Se olhares o laser "de frente" o campo electromagnético que observas pode ser descrito pela expressão $E(X, y) = E_0 \exp^{i\phi(x,y)}$, em que E_0 é a amplitude do campo eléctrico e $\phi(x, y)$ é a fase do mesmo campo. O que isto significa é que a fase deste campo pode ser discretizada numa matriz (vê a Figura 1) e que, se conseguirmos modular a fase em cada um destes "píxeis", conseguimos gerar diferentes padrões e associar a cada um deles diferentes símbolos (zeros e uns, por exemplo) e, portanto, transmitir informação.

[IMAGEM COM ESQUEMA DE FRENTE DE ONDA]

Para efectuar esta modulação de fase espacial, utiliza-se um aparelho chamado Modulador Espacial da Luz (Spatial Light Modulator, ou SLM em inglês) que consiste num pequeno ecrã LCD onde conseguimos controlar o índice de refração da luz em cada píxel. Como temos este controlo sobre cada píxel, ao definir diferentes índices refração para diferentes píxeis, vamos alterar a velocidade do feixe em cada secção representada na figura 1 e, consequentemente, a fase do feixe. Deste modo, quando fazemos um corte transversal no feixe, teremos vários valores de fase consoante as coordenadas (x,y) que observamos e assim conseguimos "imprimir" qualquer padrão na frente de onda do feixe (Vê os exemplos da figura 2).

[PADRÕES ENGRAÇADOS]

Se esta técnica funcionasse de forma ideal, em quanto é que conseguiríamos aumentar o fluxo de dados de uma rede de telecomunicações? As contas são simples: o SLM tem uma determinada resolução, no nosso caso 1024x768, temos portanto 786432 píxeis que podemos modular; além disto a refresh rate do SLM é de 120 Hz, portanto conseguiríamos transmitir mais $120 \times 786432 = 94.37$ kBaud! O Baud é uma unidade de símbolos por segundo. Os símbolos podem ser simples zeros e uns, representados por '0' e '1', respectivamente, ou podem ser conjuntos destes, por exemplo, 'a' ou 'b' são

símbolos que podem ser interpretados como '001' e '010', respectivamente. Obviamente, este resultado poderia ser melhorado se usarmos equipamentos com melhores especificações. Por outro lado, não podemos assumir que conseguimos detectar cada píxel individualmente, pois os equipamentos que usamos nunca são perfeitos e além disso há outras fontes de erro a considerar. No entanto, existe uma solução para ultrapassar este problema, podemos agrupar um número de píxeis específico e criar píxeis maiores, de modo a reduzir os erros de detecção. A figura 3 mostra resultados experimentais onde se minimizou o número de píxeis agrupados. O do fluxo de informação não seria tão elevado como indica o cálculo anterior mas ainda assim é possível aumentá-lo significativamente.

[IMAGEM COM OS PADRÕES DOS QUADRADOS]

O próximo passo será estudar quantos são os níveis de fase que se conseguem distinguir. Se não ficarmos limitados apenas a dois níveis de fase (uns e zeros) mas conseguir distinguir três ou mais, seria possível expandir o número de padrões que se consegue produzir com os mesmos píxeis e, consequentemente, a taxa de símbolos enviados por segundo. Este trabalho foi desenvolvido por mim, pelo Prof. Paulo André do IT em colaboração com o Prof Gonçalo Figueira do Grupo de Lasers e Plasmas (GOLP).