



# Vývoj retinálních implantátů nové generace

Více než desetiletí uplynulo od doby, kdy se začalo ukazovat využití elektronických zařízení, která by dokázala lidem vrátit zrak. Nyní, po dlouhé cestě, zahrnující vývoj algoritmů i rozsáhlé testování a klinické zkoušky bylo konečně dosaženo cíle v podobě nové verze elektronického retinálního implantátu. Při vývoji bylo využito i výpočetní prostředí MATLAB a Simulink americké firmy MathWorks.

Jedna ze závažných genetických vad způsobujících ztrátu zraku je retinis pigmentosa. Mezi první příznaky patří šeroslepost. Jak se stav zhoršuje, zužuje se zorný úhel, až zůstane pouze jediný světlý bod nebo se zrak vytratí úplně. Novou naději pro pacienty trpící touto oční vadou přinesl výzkumný tým z Doheny Eye institutu na Univerzitě of Southern California.

Za pomoci průmyslového partnera, společnosti Second Sight Medical Products, Inc., byla vyvinuta druhá generace retinálního implantátu, který stimuluje nervové buňky lidského oka. Systém sestává z externí kamery a řídicí jednotky, která sbírá a zpracovává data v reálném čase, a zajišťuje tak převod obrazu do podoby stimulujících signálů. Signály jsou bezdrátově přenášeny do elektronického implantátu umístěného v oku, který je napojen na nervové buňky sítnice (lat. retina).

První generace testovaných implantátů umožnila pacientům vnímání světla a stínu a rozpoznávání základních obrazců. Ve druhé generaci bylo navýšeno rozlišení ze 16 pixelů na 60. Pacienti rozeznávají průchody ve dveřích, okna či jiné hrany v jejich okolí, což jim usnadňuje každodenní orientaci. Následující generace bude založená na 200-pixelovém čipu a měla by umožnit čtení. Ve finální verzi s rozlišením 1000 pixelů by mohla být obnovena většina schopností běžného zraku.

Zvýšení rozlišení představuje hlavní přínos nového implantátu. K dosažení cíle bylo třeba vyvinout výkonný algoritmus zpracování obrazu pracující v reálném čase. Při návrhu byly využity nástroje firmy MathWorks, které umožnily rychle vyhodnotit, implementovat, optimalizovat a testovat algoritmy na cílovém embedded procesoru.

## Požadavky na systém

Ačkoli již výzkum psychofyziky značně pokročil, je kompletní pochopení vztahů mezi fyzickými stimuly a lidským vnímáním stále daleko.

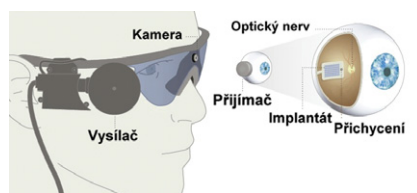
Nebylo tedy možné vyvinout optimální algoritmus zpracování obrazu bez pomoci pacientů s implantátem, kteří by sami určili, jaká volba či nastavení jim nejlépe vyhovuje. Výsledkem musel být flexibilní systém, který umožňoval rychlé změny algoritmu pro přesné nastavení a zároveň vyhovoval bezpečnostním standardům.

Další omezení se týkala výkonu a rozměrů výpočetní jednotky. Muselo se jednat o snadno přenosné zařízení, které by při malé spotřebě energie poskytovalo značný výpočetní výkon, nezbytný pro náročné zpracování obrazu v reálném čase.

## Vývoj algoritmů pro zpracování obrazu

Systém byl vyvíjen ve výpočetním prostředí MATLAB a Simulink. Kromě široké nabídky funkcí na zpracování obrazu byla možná i snadná optimalizace a rychlé nasazení navržených algoritmů na cílový signálový procesor.

V počátečních fázích vývoje byl využit MATLAB a jeho nadstavba Image Processing Toolbox, které umožnily rychlou algoritmicizaci nových myšlenek v oblasti zpracování obrazu. Výsledkem byla první verze programu, která sloužila k prokázání správnosti navrhované koncepce s využitím statických snímků.



Kabelové připojení jednotky pro zpracování obrazu a napájení

### Retinální implantát

Algoritmy byly následně začleněny do matematických modelů kompletního systému, který zpracovával datový tok z videokamery uchycené na čelní straně brýlí. Modely byly vytvořeny v Simulinku, grafické nadstavbě

MATLABu, kde se pomocí blokových schémat modelují a následně simulují dynamické systémy. Do modelů lze snadno začlenit algoritmy pro automatické řízení, zpracování signálu nebo obrazu.

Opakované simulace a následná analýza vstupních a výstupních dat včetně mezivýsledků usnadnily optimalizaci algoritmů a odstranění chyb. Následně byl z modelů automaticky generován zdrojový kód v jazyce C. S využitím knihovny cílových procesorů bylo možné nasadit kód na zvolený signálový procesor (Texas Instruments řady C6000) bez dalších zásahů.

Během výzkumu byly algoritmy měněny prakticky denně. Díky Simulinku stačilo pouze přidat či odebrat některé funkční bloky a cílový kód znovu vygenerovat. Simulink tak poskytl vývojářům mnohem jednodušší a rychlejší přístup k signálovému procesoru, než kdyby jej musely programovat přímo.

Ve spolupráci se společností Second Sight Medical Products byly zahájeny psychofyzické testy. Pacientům s retinálním implantátem byly předkládány různé grafické podněty. Reakce pacientů poskytl vývojářům zpětnou vazbu pro finální nastavení algoritmů.

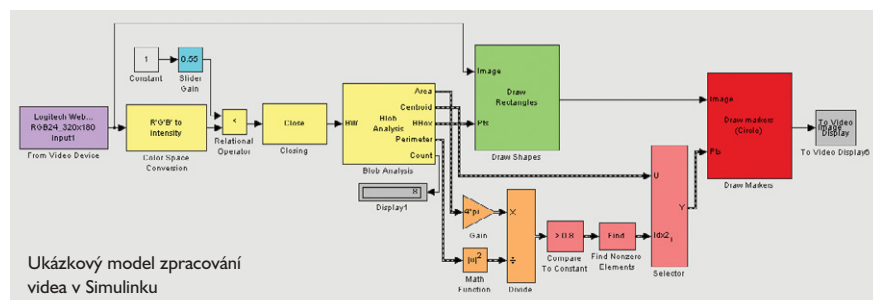
## Závěr

Vylepšené zpracování obrazu navržené výzkumným týmem Doheny Eye institutu bylo začleněno do nové verze implantátu vyrobeného firmou Second Sight Medical Products. Implantát byl již úspěšně aplikován zrakově postiženým pacientům, kterým tak pomáhá v opětovném začlenění do běžného života.



HUMUSOFT s.r.o.

Distributor produktů společnosti  
MathWorks v ČR a SR  
Pobřežní 20  
186 00 Praha 8  
Česká republika  
Tel.: +420 2 84 01 17 30  
Fax: +420 2 84 01 17 40  
e-mail: info@humusoft.cz  
http://www.humusoft.cz



Ukázkový model zpracování videa v Simulinku