

# INTERFERENCE CANCELLATION IN 2G AND 3G SYSTEMS

Bc. Petr KEJÍK, Master Degree Programme (1)  
Institute of Radio Electronics, FEEC, BUT  
E-mail: xkejik00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by Dr. Stanislav Hanus

## ABSTRACT

This contribution deals with interference cancellation in 2G and 3G systems. Interference cancellation and especially SAIC is currently hot research topic, because interference is the dominant factor limiting the capacity of 2G and 3G networks. A generalized RAKE receiver for interference suppression and multipath mitigation should be considered in this contribution. Following work should be focused on G-RAKE receiver simulation in Matlab.

## 1 ÚVOD

Metody pro potlačení interferencí a zvláště SAIC (Single Antenna Interference Cancellation) jsou aktuálním tématem. Probíhá rozsáhlý výzkum a hledání nových algoritmů pro potlačení interferencí, které jsou v současné době hlavním faktorem, limitujícím kapacitu celulárních systémů.

Příspěvek je zaměřen na systémy 3G, konkrétně na přijímač typu G-RAKE (Generalized RAKE) určený pro downlink u systémů CDMA, které používají ortogonální rozprostírací kódy.

## 2 PŘIJÍMAČ G-RAKE

V rádiovém kanálu dochází v downlinku vlivem vícecestného šíření ke ztrátě ortogonality mezi jednotlivými signály. Popsaný přijímač je schopen využít zpožděných replik přenášeného signálu, které se šíří různými cestami a potlačit interference, které vznikají jako důsledek ztráty ortogonality přenášených signálů. G-RAKE má dvě základní vlastnosti:

- jeho struktura je stejná jako u běžného přijímače RAKE, počet korelačních přijímačů (fingers) však může být až dvojnásobný,
- interference je považována za barevný Gaussovský šum.

Běžný přijímač RAKE je založen na teorii přizpůsobené filtrace signálu, který je rušený aditivním bílým Gaussovským šumem. Zpoždění u jednotlivých korelačních přijímačů (fingers) a váhovací koeficienty odpovídají parametrům kanálu.

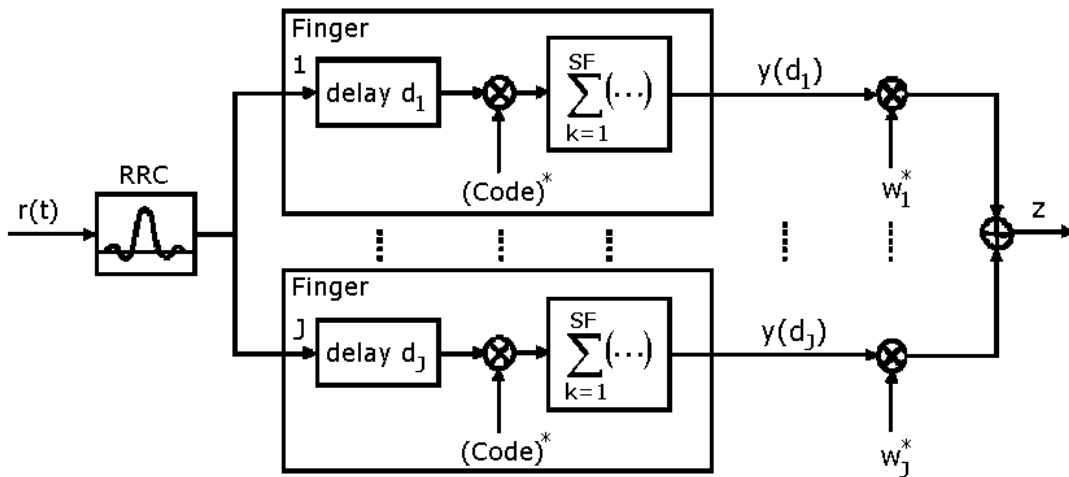
U přijímače G-RAKE jsou zpoždění volena obecně libovolně a váhovací koeficienty jsou stanoveny na základě maximum likelihood kritéria. Oproti běžnému RAKE přijímači dochází u G-RAKE ke zlepšení S/N (signal/noise) o 1-3 dB. Nevýhodou je přibližně dvojnásobné zvětšení složitosti přijímače.

## 2.1 STRUKTURA PŘIJÍMAČE

Blokové schéma přijímače je uvedeno na obr. 1. Skládá se z J korelačních přijímačů, z nichž každý je přizpůsobený pro jinak zpožděný přijatý signál. Výstupní signály těchto bloků jsou násobeny váhovacími koeficienty  $w$  a následně sečteny. Výsledný signál  $z$  je dán váhovaným součtem výstupních signálů jednotlivých korelačních přijímačů

$$z = \mathbf{w}^H \mathbf{y}, \quad (1)$$

kde  $(-)^H$  je označení pro Hermitovskou transpozici.



Obr. 1: Blokové schéma přijímače G-RAKE

## 2.2 VÁHOVACÍ KOEFICIENTY

Vektor výstupních signálů korelačních přijímačů  $\mathbf{y}$  lze podle [2] vyjádřit rovnicí

$$\mathbf{y} = \mathbf{h}\mathbf{s} + \mathbf{u}, \quad (2)$$

kde vektor  $\mathbf{u}$  modeluje celkový šum a interference,  $\mathbf{s}$  je přenášený symbol a  $\mathbf{h}$  je impulsní odezva přenosového kanálu.

Vektor váhovacích koeficientů  $\mathbf{w}$  lze odvodit na základě maximum likelihood kritéria

$$\mathbf{w} = \mathbf{R}_u^{-1} \mathbf{h}. \quad (3)$$

$\mathbf{R}_u = E[\mathbf{u}\mathbf{u}^H]$  představuje korelační matici šumového vektoru  $\mathbf{u}$ , jejíž podrobné odvození lze nalézt v [2]. Šumový vektor zahrnuje vliv mezisymbolových interferencí, bílého Gaussovského šumu a interference způsobené ztrátou ortogonalit přenášených signálů.

## 2.3 ZPOŽDĚNÍ JEDNOTLIVÝCH KORELAČNÍCH PŘIJÍMAČŮ

Žádný jednoznačný postup jak rozmístit jednotlivé větve přijímače G-RAKE nebyl dosud publikován. Je pouze doporučováno použít jeden z následujících způsobů:

- Použijí se veškeré možné kombinace rozmístění jednotlivých větví a vybere se ta kombinace, která poskytuje maximální S/N. Tato metoda poskytuje nejlepší výsledky ale značně vzrůstá složitost přijímače.
- Je možné použít i tzv. symetrické rozmístění. Nejprve se umístí větve na pozice odpovídající jednotlivým zpožděním přenosového kanálu. Následně se umístí další větve na pozice, které jsou k těm již umístěným symetrické vůči nejsilnější přijaté replice signálu. Získané rozmístění je např.  $-\tau$ , 0,  $\tau$ . Přijímač na pozici  $-\tau$  sice nepřijímá žádnou repliku přenášeného signálu, přesto při jeho použití dochází ke zlepšení výkonu přijímače G-RAKE. Korelační přijímač přijímá totiž šum, který je korelován se šumem dalších přijímačů (větví), čehož je využito při potlačení celkového šumu.

## 3 ZÁVĚR

Výše popsany přijímač typu G-RAKE je vhodným řešením pro downlink u systémů CDMA. Přijímač je, na rozdíl od jiných metod potlačení interferencí, relativně jednoduchý a při jeho použití dochází, oproti běžnému RAKE přijímači, ke zlepšení S/N až o 3 dB. Další práce by měla zahrnovat simulaci uvedeného přijímače v prostředí Matlab a ověření jeho vlastností.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek byl vytvořen za podpory společnosti T-mobile CZ. Výzkum této problematiky je řešen v rámci projektu č. 102/04/2080 Grantové agentury České republiky. Současně představuje i část výzkumu řešeného v rámci výzkumného záměru MSM 0021630513 s názvem Výzkum elektronických komunikačních systémů a technologií nových generací (ELEKOM).

## LITERATURA

- [1] Stavroulakis, P. Interference Analysis and Reduction. Boston-London: Artech House, 2003. ISBN 1-580053-316-7.
- [2] Bottomley, G., Ottosson, T., Wang, Y-P. A Generalized RAKE Receiver for Interference Suppression. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Aug. 2000, vol. 18, no. 8.
- [3] Hanus, S., Fencl, J., Štencel, V. Bezdrátové a mobilní komunikace II. I. vyd. Brno: FEKT VUT v Brně, 2005. ISBN 80-214-2817-1.
- [4] Sundararajan, J., Maheshwari, V., Koilpillai, R. Throughput Enhancement in WCDMA Using The Generalized Rake Receiver. IETE Journal of Research, January 2005.