



 | @projehtcenter

📩 | @projehtcenter_ir



...

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
کنترل توان در CDMA	۱
۳-۱- مقدمه	۱
۳-۲- مفهوم کنترل توان	۲
۲-۲- کنترل توان غیر بهینه (نامطلوب)	۳
۳-۳- دلایل تغییرات توان	۴
۱-۲-۳- انتشار چند مسیری (Rayleiyh)	۴
۱-۱-۳-۳- نرخ فیدینگ	۵
۲-۱-۳-۳- نرخ عبور از سطح	۶
۳-۱-۳-۳- متوسط طول زمان فیدینگ	۷
۲-۳-۳- سایه (log-normal)	۸
۳-۳-۳- افت مسیر	۸

کنترل توان در CDMA

۱-۳- مقدمه

یکی از مفاهیم سوال انگیزی که غالباً توسط محققین مطرح می شود، “کنترل بهینه قدرت” می باشد. کنترل قدرت یکی از فاکتورهای اساسی در سیستمهای سلولی CDMA می باشد که ارتباط مستقیمی و پایاپایی با ظرفیت و نگهداری سیستم دارد. با مطالعاتی که در مورد تکنیکهای تخصصی کنترل بهینه توان صورت گرفته، ملاحظه شده که دست یافتن به این امر بخصوص در محیطهای دارای تضعیف (fading inu) امری بسیار مشکل می باشد.

در این فصل ما به معرفی و بیان مفاهیم کنترل توان خواهیم پرداخت، همچنین به نقش آن در forward-link, reverse-link و تاثیرات کنترل توان در ارتباط با ظرفیت و نگهداری سیستم سلولی.

همچنین به آنالیز کانالهای مختلف رادیو برای اینکه طرح کنترل قدرت امکان ردیابی صحیح را به ما بدهد خواهیم پرداخت. سپس، تکنیکهای قابل قبول کنترل قدرت معرفی خواهد شد و معایب این روشها نیز بیان خواهد شد. یک تکنیک جدید کنترل قدرت بر مبنای برآوردهای $\frac{E_b}{N_0}$ مطرح خواهد شد و نقش آن در محیطهای با افت سریع (fast fading) بررسی خواهد شد.

قابل ذکر است که تکنیکهای کنترل توان مورد بحث در اینجا، مفاهیمی هستند که هم در سیستمهای ارتباط ماهواره ای CDMA و هم مخابرات سیار می توان مطرح کرد. مدارات حلقه بسته کنترل توان در محیطهای موبایل ماهواره ای در مقابل تاخیری که ایجاد می کند، خیلی تاثیر گذار نمی باشد.

۲-۳- مفهوم کنترل توان

کنترل قدرت در سیستمهای سلولی CDMA یک وسیله مهم برای کاهش دادن اثرات تداخل دسترسی چندگانه و در نتیجه، افزایش ظرفیت سیستم می باشد. هدف ما این است که تمام سیگنالهای رسیده از موبایلهای مختلف (در داخل یک سلول) در گیرنده BS یک سطح قدرت ثابت بدون توجه به مکان موبایلها و خصوصیات کانالهای سلول، داشته باشند. این موضوع تحت عنوان power cont reverse-link (موبایل به BS) که دستیابی به آن بسیار مشکل می باشد.

کنترل توان forward link (BS به موبایل) در سیستم تک سلولی مورد نیاز نمی باشد، بلکه در سیستم چند سلولی مطرح می شود که برای کاهش تداخل سلولهای همسایه به یان احتیاج داریم. BS در حداقل سطح قدرت که مورد نیاز برای ارضاء کیفیت ارتباط دورترین موبایل می باشد، انتشار سیگنال می کند.

۲-۲- کنترل توان غیر بهینه (نامطلوب)

در عامل، طبیعتاً رسیدن به یک کنترل توان کامل و بهینه غیر ممکن می باشد. این موضوع یک اثر مستقیم در ظرفیت در سیستم CDMA که مورد بحث قرار خواهد گرفت دارد. به هر حال تاثیر سیگنالهای رسیده از موبایل‌های مختلف در BS با سطوح مختلف توان در روند سیستم در اینجا مورد آزمایش قرار خواهد گرفت. این تاثیر در ارتباطات سلولی تحت عنوان تداخل دور و نزدیک مطرح می شود که هنگام نزدیکی MS به BS در حالت بدون کنترل توان ما یک سیگنال قوی تری نسبت به حالتی که دورتر باشیم داریم.

به منظور ارزیابی محدودیتهای گیرنده CDMA تحت تداخل دور- نزدیک؛ مدل شبیه سازی شکل به کاربرده شده است. مدل بیان شده برای کانالهای AWGN استاتیک می باشد که اگرچه از لحاظ عملی مطلوب نیست اما به عنوان یک مدل پایه برای مطالعات مقایسه ای در این زمینه؛ مورد استفاده گسترده بسیاری از محققان می باشد.

در این مدل b_1, b_2 و c_1, c_2 بیت‌های مدوله شده BPSK و دنباله کدهای مربوط به دو کاربر می باشند. P_1, P_2 نیز به ترتیب سطوح توان کاربر مطلوب و همچنین کاربر تداخلی می باشند و n نویز گوسی است. با افزایش سطح توان کاربر تداخلی، تداخل دور- نزدیک را به وجود می آوریم. در شکل ۲-۳ کارایی کاربر مطلوب برای نسبت توانهای مختلف نشان داده شده است.

همانطور که انتظار می رفت، $\frac{E_b}{N_0}$ مورد نیاز برای مخابره صورت مطمئن $(BER = 10^{-3})$ با افزایش P_2 به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می یابد. بنابراین دکتور برای سطوح توان تداخلی بالا غیر قابل استفاده می شود.

۳-۳- دلایل تغییرات توان

قبل از توصیف تکنیکهای کنترل توان برای مقابله با تغییرات دامنه سیگنال دریافت شده؛ ضروری است که علل این تغییرات را در محیط رادیویی موبایل بیان کنیم.

۳-۲-۱- انتشار چند مسیری (Rayleigh)

چون ارتفاع آنتن موبایل از محیط اطراف آن پایین تر است و طول موج کاریر بسیار کوچکتر از اندازه اشیاء اطراف می باشد. امواج چند مسیری تولید می شوند. توان سیگنال دریافت شده از یک موبایل که از چنین محیطی عبور می کند به سرعت تغییر می کند (که سرعت این تغییرات متناسب با سرعت موبایل و فرکانس کاریر می باشد). و دامنه این تغییرات حدود 40dB می باشد. شکل ۳-۳ یک برد فایل نمونه از پوش سیگنال فید شده دریافتی را نشان می دهد.

اگر هر یک از مسیرها در سیگنال دریافت شده از هم مستقل باشند؛ تابع چگالی احتمال این پوش ریلی است. پوش دامنه ریلی به صورت ریاضی به شکل زیر بیان می شود:

$$R(t) = (x^2(t) + y^2(t))^{\frac{1}{2}}$$

که در آن $x(t)$, $y(t)$ متغیرهای گوس تصادفی مستقل می باشند. حرکت MS، همچنین تولید فرکانس داپلر را می کند که منجر به تغییرات فاز سیگنال دریافتی در ایستگاه پایه می شود. به هر حال، لازم است اشاره شود که تغییرات فاز یک تابع چگالی احتمال یکنواخت دارد که به صورت رابطه زیر بیان می شود.

$$\psi(t) = \left(\frac{y(t)}{x(t)} \right)$$

۳-۱-۱- نرخ فیدینگ

نرخ فیدینگ، نرخي است که در آن سیگنال دریافتی دچار تغییرات فیدینگ عمیق می شود. در محیط موبایل فیدهای عمیق در فواصل نصف طول موج به وجود می آیند. این نرخ به سادگی از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\text{نرخ فیدینگ} = \frac{V_m}{\lambda/2}$$

که در آن $V_m(m/s)$ سرعت موبایل و $\lambda(m)$ طول موج کاربر سیگنال می باشد. همانطور که سرعت موبایل افزایش می یابد و یا فرکانس کاربر افزایش می یابد. نرخ فیدینگ نیز افزایش می یابد. در بدترین حالت این نرخ تا 400 fades/sec می تواند باشد (در فرکانس 2GHz و سرعت 100km/h) و یا به عبارت دیگر فیدینگ هر 2.5ms اتفاق می افتد.

۳-۱-۲- نرخ عبور از سطح

نرخ عبور از سطح $\bar{n}(R)$ نرخ میانگینی است که در آن سیگنالهای با شیب مثبت از یک سطح آستانه داده شده R عبور می کنند و به صورت زیر بیان می شود:

$$\bar{n}(R) = n_0 \cdot n_R$$

که در آن n_0 فاکتور نرمالیز کردن است و به صورت زیر محاسبه می شود:

$$n_0 = \sqrt{2\pi} \frac{V_m}{\lambda}$$

که در آن $V_m(m/s)$ سرعت موبایل و $\lambda(m)$ طول موج می باشد. همچنین $n(R)$ نرخ عبور از سطح نرمالیزه می باشد که مستقل از طول موج و سرعت موبایل است. مقدار n_R برای یک کانال ریلی از رابطه زیر به دست می آید.

$$n_R = R \cdot e^{-R^2}$$

که در آن R پرش میدان E ؛ با توجه به مقدار rms آن می باشد.

برای مثال می توانیم مقدار نرخ عبور از سطح را در 10dB زیر سطح توان متوسط؛ برای سیگنال دریافتی از یک موبایل که با سرعت 50 kmh (13.89 m/s)، و فرکانس کار 1.56 Hz ($\lambda = 0.2m$) را محاسبه کنیم.

برای این کار ابتدا باید مقدار n_0 را محاسبه کنیم.

$$n_0 = \sqrt{2\pi} \frac{V_m}{\lambda} = 2.5 \times \frac{13.89}{0.2} = 174$$

و مقدار n_R برای یک سطح 10dB- با استفاده از شکل ۲-۲ برابر با 0.284 می باشد.

بنابراین: عبور از سطح در $\bar{n}(R) = n_0 \cdot n_R = 174 \times 0.284 = 42$ هر ثانیه

این مقدار یک شاخص را برای جهت تغییرات دستورات کنترل توان در ثانیه به ما می دهد که در طراحی کنترل توان حلقه بسته برای محیطهای فیدینگ سریع می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱-۳-۳- متوسط طول زمان فیدینگ

متوسط طول زمانی فیدینگ $\bar{t}(R)$ ، متوسط طول زمانی هر فید زیر سطح داده شده R را نشان می دهد و مقدار آن از رابطه زیر بدست می آید:

$$\bar{t}(R) = t_0 - t_R$$

که در آن t_0 فاکتور نرمالیزه کردن است

$$t_0 = \frac{\lambda}{V_m \sqrt{2\pi}}$$

و t_R طول زمانی فید به صورت نرمالیزه شده می باشد که مستقل از طول موج و سرعت موبایل است. T_R برای سیگنال دریافتی با توزیع ریلی به صورت زیر است:

$$t_R = \frac{1}{R} e^{-R^2}$$

شکل زیر نمودار t_R را برحسب سطوح توان مختلف نشان می دهد.

متوسط طول زمانی فیدینگ نیز از پارامترهای آماری مهم کانال می باشد که در طراحی کنترل توان حلقه بسته مورد استفاده قرار می گیرد.

۳-۳-۲- سایه (log-normal)

فیدینگ log-normal مربوط می شود به فیدینگ در مقیاس طولانی که از برخوردهای زمینی، ساختار محیط اطراف و ... نشات می گیرد. این فیدینگ log-normal خوانده می شود. به خاطر اینکه از طریق آزمایشات گوناگون این نتیجه حاصل شده است که توزیع توان دریافتی به dB (علت log) یک توزیع نرمال می باشد. مدل عمومی قابل قبول از یک متغیر تصادفی با انحراف استاندارد حدود 8dB برای محیطهای زمینی و 3dB برای محیط ماهواره ای می باشد. تا آنجایی که به بحث کنترل توان مربوط می شود، فیدینگ log-normal به روش کنترل توان طبقه باز به خوبی جبران می شود.

۳-۳-۳- افت مسیر

در فضای آزاد، دلایل افت مسیر انتشاری فرکانس f و فاصله d می باشند. همانطور که در معادله زیر نشان داده شده است. در عمل، فرمول بالا را نمی توان مستقیماً به عنوان مشخصات افت مسیر به کاربرد. چون این مشخصات مطابق با محیط انتشار تغییر می کند. در واقع، افت مسیر تنها به محیطهای زمینی بستگی ندارد بلکه به ساختار اشیاء محیط و ارتفاع آنتنها نیز مربوط می شود. یک مدل تجربی عمومی که برای افت مسیر ارائه شده به قرار زیر است: که در آن r مسافت در واحد مایل یا کیلومتر و r_0 برابر ۱ مایل یا 1.6 کیلومتر می باشد. γ به عنوان سطح γ ام توان در عبارت خطی و γ dB/dec در عبارت dB

می‌باشد. P_{r_0} توان در نقاط با فاصله یک مایل می‌باشد. دلایل استفاده از نقطه ۱ مایلی

این است که در شعاع ۱ مایلی تعداد خیابانهای کمتری وجود دارد. بنابراین:

f_0 برابر 900 MHz و f فرکانس کاری موبایل می‌باشد.

مقدار n در معادله فوق از بدست می‌آید. این مقدار می‌تواند

به صورت زیر فرض شود.

باید توجه کرد که مقادیر بالا تنها برای رنج فرکانسی از 30 تا 2000 MHz و

فاصله از 2 تا 30 کیلومتر صادق می‌باشد.