

## □ DS/SS Multi-user 시스템의 장점

- ✓ 신호의 전력 레벨이 잡음의 전력 레벨보다 낮다(저피탐 : LPD)
- ✓ 각 사용자마다 고유의 코드 할당(보안성 : Security)
- ✓ 신호를 전송하는데 필요한 최소 요구 대역폭보다 더 넓은 대역폭 사용  
(항재밍 : AJ)

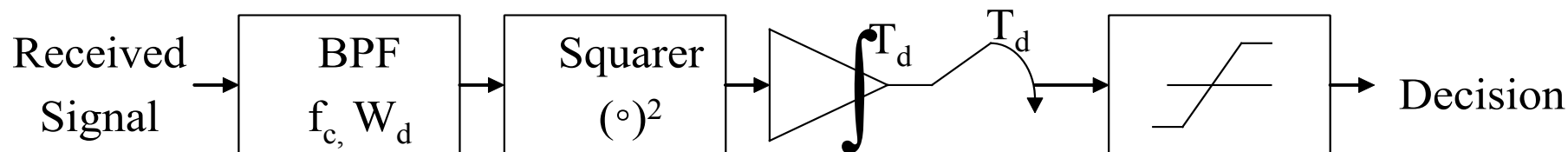
## □ 에너지 검출기

- ✓ 신호의 파형에 상관없이 탐지대역폭안의 수신된 전력의 양만으로 신호의 유무를 판단하는 방법으로 저피탐 시스템 성능 평가의 중요한 요소

## □ DS/SS에서 칩 신호 파형의 영향

- ✓ 칩 신호 파형마다 다중 접속 간섭(MAI)양이 다름→BER에 영향
- ✓ 동일한 통화품질 보장을 위한 초과 신호 전력양이 칩 신호 파형마다 상이

## □ 에너지 검출기의 블록도



- ✓ 인터셉터가 전송신호의 중심 주파수와 대역폭을 알고 있다고 가정
- ✓ 관찰 시간 동안 축적된 에너지의 양을 통해 신호의 유무를 판단
- ✓  $f_c$ : 중심 주파수,  $W_d$ : 대역폭,  $T_d$ : 관찰 시간

□ 다중사용자 환경에서의 전대역 검출 성능식

$$P_d = Q \left( \frac{Q^{-1}(P_{fa}) - \frac{K(T_d/T_b)E_b/N_0}{\sqrt{T_d W_d}}}{\sqrt{1 + \frac{2K(T_d/T_b)E_b/N_0}{T_d W_d}}} \right)$$

- ✓  $E_b$  : 비트 에너지
- ✓  $T_b$  : 비트 지속 시간
- ✓  $K$  : 사용자 수

- ✓  $P_d$  : 검출 확률(Detection Probability)
- ✓  $P_{fa}$  : 거짓 경보 확률(False alarm Probability)
- ✓  $E_d$  : 관찰 시간( $T_d$ ) 동안 축적된 에너지의 양
- ✓  $N_0/2$  : AWGN의 양측 전력 밀도(PSD)
- ✓  $W_d$  : 관찰 대역폭(신호의 null-to-null 대역폭)

## □ 부분 대역 검출 성능

✓ 대역폭 인자( $W_f$ )와 에너지 인자( $E_f$ ) 정의

$$W_f = \frac{W_p}{W_s}, \quad E_f = \frac{E_p}{E_s}$$

■  $W_p$  : 부분대역폭,  $E_p$  :  $W_p$ 안의 에너지

✓ 다중사용자 환경에서 부분 대역 검출 성능식

$$P_d = Q \left( \frac{Q^{-1}(P_{fa}) - \frac{K(T_d/T_b)E_b E_f / N_0}{\sqrt{T_d W_d}}}{\sqrt{1 + \frac{2K(T_d/T_b)E_b E_f / N_0}{T_d W_d}}} \right)$$

- DS/SS에서 칩 신호 파형에 따른 SINR

$$\gamma = \left( \frac{N_0}{E_b} + \frac{2(K-1)M_\Gamma}{NT_c^3} \right)^{-1}$$

- ✓ SINR : signal to interference plus noise ratio
- ✓ K : 동시 사용자 수
- ✓ N : 처리 이득
- ✓  $T_c$  : 칩 지속 시간
- ✓  $M_\Gamma$  : 간섭 인자

## □ 칩 신호 파형의 모양

✓ Rectangular  $p_{T_c}(t) = u(t)$

✓ Half-sine  $p_{T_c}(t) = \sqrt{2} \sin(\pi t / T_c) u(t)$

✓ Raised-cosine  $p_{T_c}(t) = \sqrt{2/3} [1 - \cos(2\pi t / T_c)] u(t)$

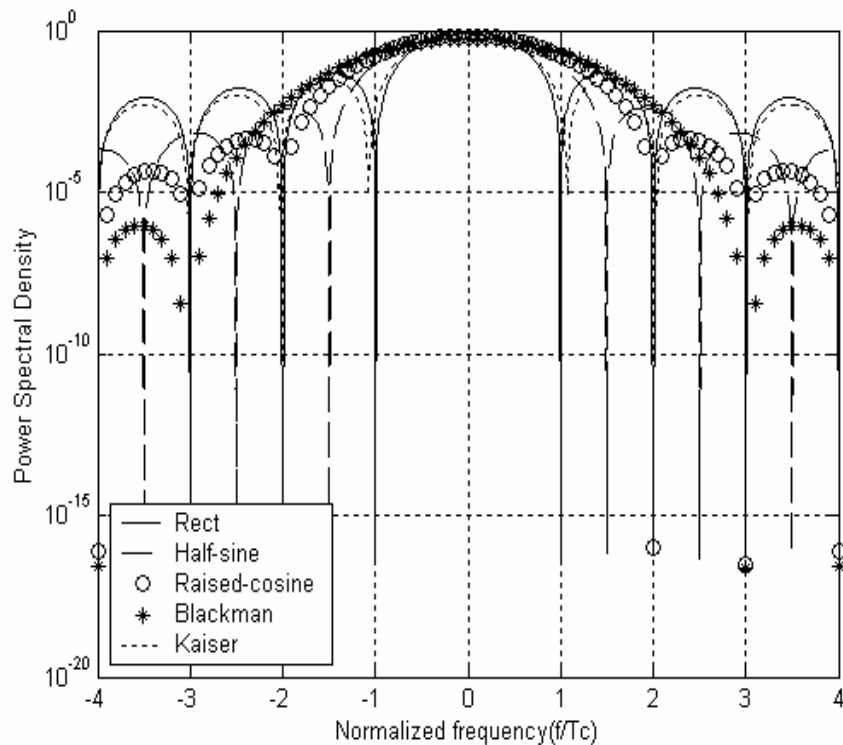
✓ Blackman  $p_{T_c}(t) = c_1 \left[ 0.42 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi t}{T_c}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi t}{T_c}\right) \right] u(t)$

✓ Kaiser  $p_{T_c}(t) = c_2 \frac{I_0 \left\{ \beta \pi \sqrt{1 - \left[ \frac{t - \frac{T_c}{2}}{T_c} \right]^2} \right\}}{I_0(\beta \pi)} u(t)$

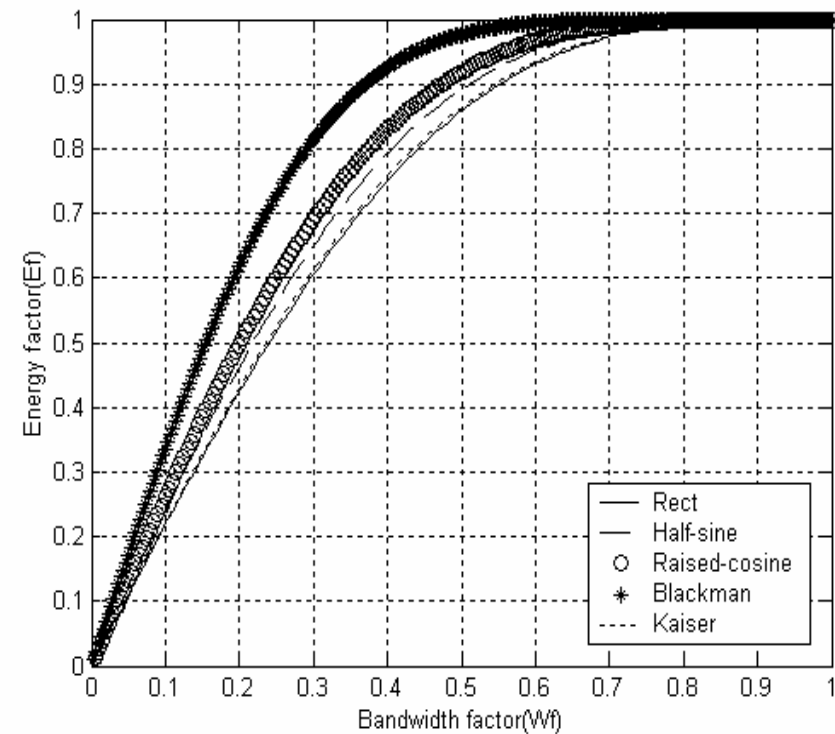
- 각 칩 신호 파형에 따른 간섭인자 값

WAVEFORM SHAPE	$M_{\Gamma}$
Rectangular	$0.333 T_c^3$
Half-Sine	$0.293 T_c^3$
Raised Cosine	$0.241 T_c^3$
Blackman	$0.207 T_c^3$
Kaiser	$0.195 T_c^3$

✓ 각 칩 신호 파형의 전력밀도



✓ 대역폭인자와 에너지 인자의 관계도

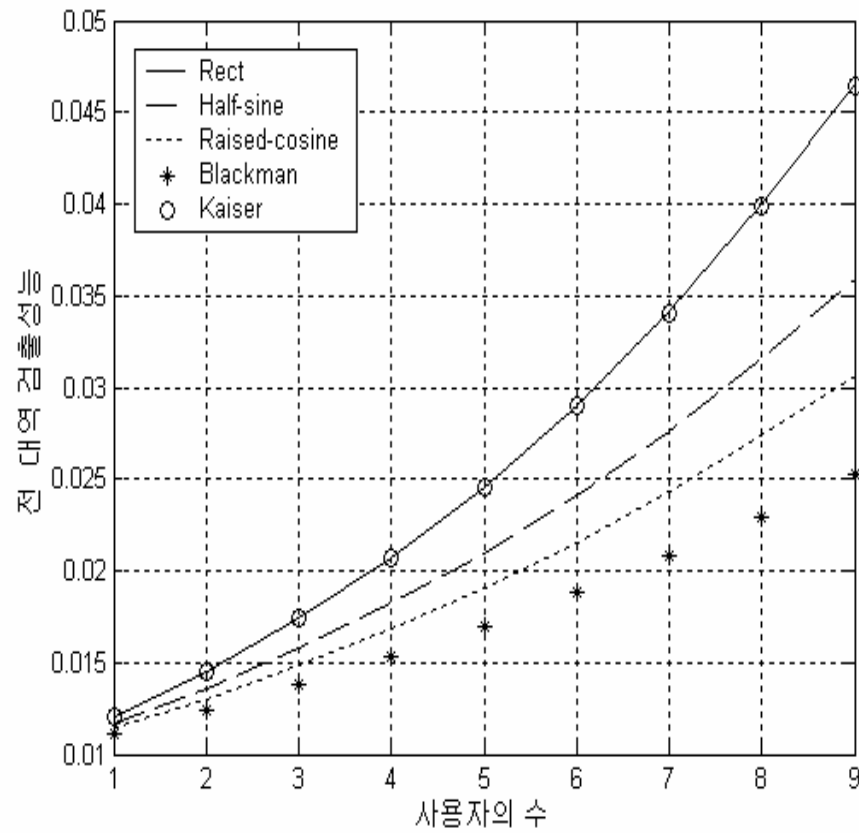




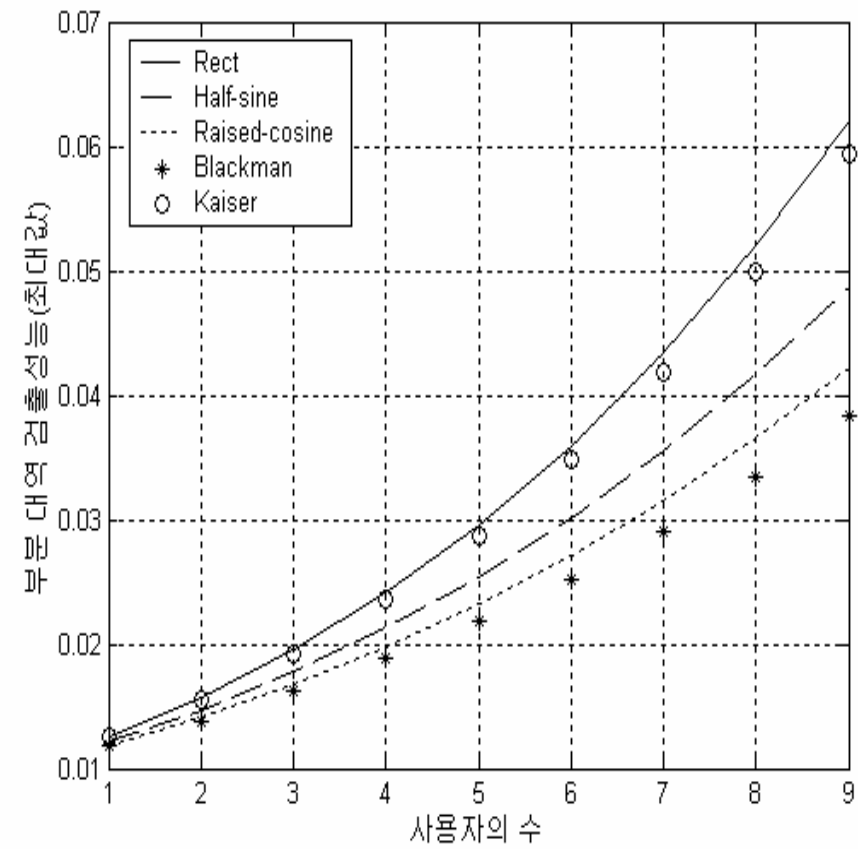
## □ 두가지 경우 고려 검출 성능 분석

- ✓ 관찰 시간을 동일하게 준 경우 :  $T_d = T_b$
- ✓ 검출 성능을 동일하게 준 경우 :  $P_d = 1/2, 1$
- ✓ 모든 경우에 동일하게 적용되는 가정
  - 송신기-수신기, 송신기-인터셉터간의 거리는 동일
  - 신호의 경로 손실 동일
  - 오류 경보 확률 :  $10^{-2}$
  - SINR : 10dB, 비트 레이트 : 1kbps
  - 칩 지속 시간 동일 :  $T_c = 10\text{Mcps}$

## ✓ 전 대역 검출 성능

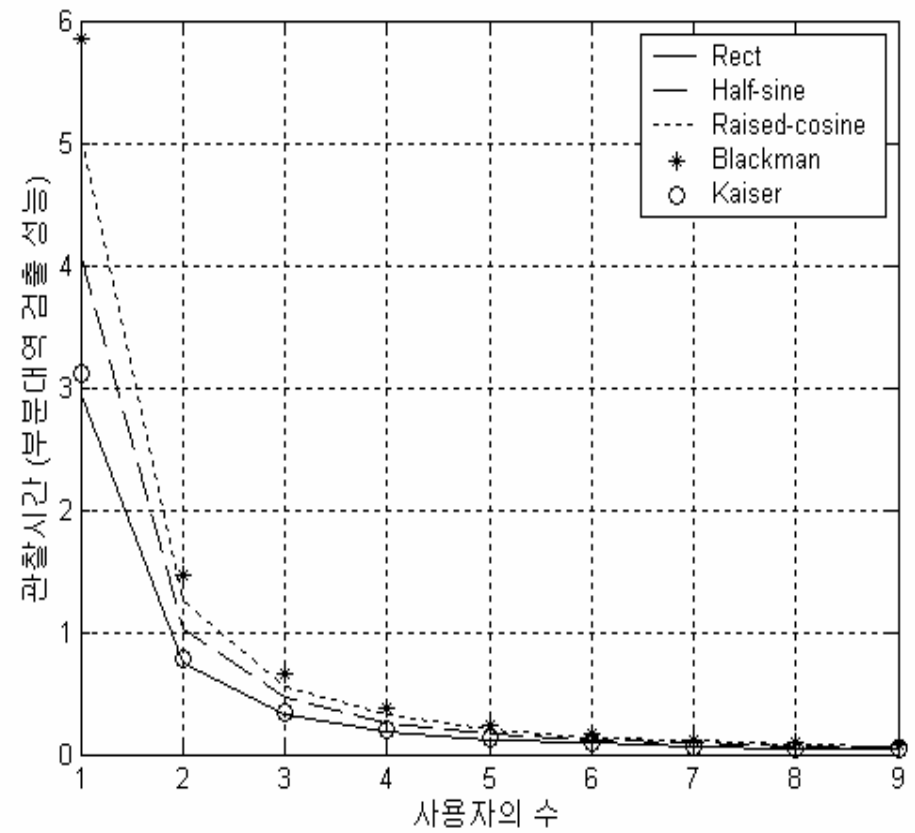
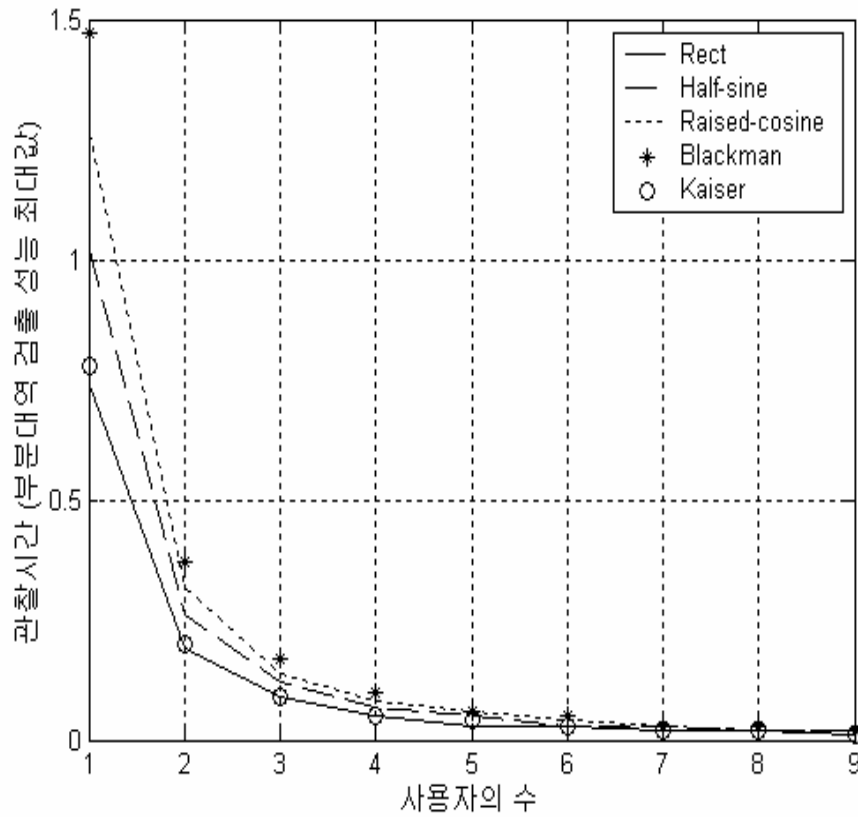


## ✓ 부분대역 검출 성능



✓ 검출 성능이 1/2이하가 되는 관찰시간

✓ 검출 성능이 1에 근접하게 되는 관찰시간



## □ 송수신자의 관점

✓ 저피탐에 가장 효과적인 칩 신호 파형

■ 칩 지속 시간이 동일한 경우 : Blackman

■ 대역폭이 동일한 경우 : Rectangular

✓ 통신시간을 조절함으로써 인터셉터의 에너지 검출 성능에 능동적인 영향력 행사

## □ 인터셉터의 관점

✓ 부분대역 검출 기법이 모든 경우에 있어 전대역 검출 기법보다 나은 성능을 보임을 확인