

# 영상신호의 시가지 이동수신에 의한 화상열화요인의 평가법에 관한 연구

## (A Study on Picture Quality Impairing Factors and Evaluation Method for The Video Signal in Urban Mobile Reception)

河 德 鎬\*

(Deock Ho Ha)

### 要 約

다중경로 페이딩환경에서의 텔레비전 방송과의 이동수신시 화상품질열화의 주요인 인 ghost-flutter는 수평동기 타이밍의 변동으로서 검출되고, 다중경로전파 파라미터와 밀접한 관계가 있다. 본 논문에서는 다양한 다중경로와 조건에서의 수평동기 타이밍의 변동을 스펙트럼 분석하여 화상품질열화요인의 정량화에 대하여 검토했다. 수평동기타 이밍의 변동을 푸리에 변환하여 구한 공간과장에 대한 스펙트럼 분포 (ghost-flutter 곡선)는 타이밍의 공간적 변동특성을 잘 표현하여, 이동수신에 의한 화상품질열화요인의 정량적 평가척도가 될 수 있음을 나타냈다. 또한, ghost-flutter 곡선 및 지수는 화상 품질의 주관평가와도 좋은 대응을 보임을 나타냈다.

### Abstract

Fluttering ghost which is the most severe picture impairment in mobile TV reception under multipath fading environments can be detected by measuring the dynamic variation of the synchronizing pulse timing. And also, the occurrence structure of fluttering ghost are directly correlated with the multipath parameters. This paper describes the quantitative evaluating method of the mobile TV pictures impaired by multipath parameters by means of the spectral analysis of synchronizing timing fluctuation. The ghost-flutter curve derived from the spatial amplitude spectrum of synchronizing pulse timing fluctuation express well the spatial variation characteristic, and it has been found to be the quantitative evaluating measure of picture impairment in mobile reception. A correspondence between the ghost-flutter curve (and/or index) and picture quality opinion test results is established.

### 1. 서 론

본 논문에서는 아직까지 기초적 연구실험에 의해

밝혀진바 있는<sup>1,2)</sup> 텔레비전 이동수신에 있어서 화상 품질열화의 원인 중 가장 중요하다고 생각되는 ghost 의 flutter 현상에 주목하여 그 원인과 특성을 조사 하고, 또 그 발생빈도와 화상품질과를 비교 검토하였다. Ghost-flutter 현상은 텔레비전 수상기의 수평 동기 펄스의 시간적 흔들림으로 발생하므로 시간기준 이 되는 안정된 수평동기 펄스와의 동기시각을 비교 하여 검출할 수 있으며, 그 변동의 크기나 발생빈도가 열화도를 잘 나타낸다.<sup>3,4)</sup> 따라서 각종 다중경로 파라미터(multipath parameters)를 변화시킬수 있

\*正會員, 釜山水産大學校 情報通信工學科  
(Dept. of Telematics Eng., Nat'l Pusan Fisheries Univ.)

(※ 이 연구는 1989年 한국과학재단 신진 연구비 지원 (과제번호 893-0810-001-2)에 의한 결과임.)

接受日字: 1992年 10月 15日

는 실내실험으로부터 검출된 수평동기 타이밍 변동을 스펙트럼 분석하여, 이동수신에 의한 화상품질열화요인의 기초적인 정량적(定量的) 평가척도를 구하였다.

화상품질은 최종적으로는 주관평가에 의해서 정해지는 것이지만 ghost-flutter 만을 취급하더라도, 이것이 주관평가에 미치는 영향은 복잡하다. 예를들면 동기 타이밍의 파형이 같더라도, 그 변화속도가 화상 품질에 영향을 주어 주관평가치로서 표현하기에는 복잡하고, 더욱이 애매한 주관적 요소(예를들면 변동의 주파수에 대한 시각(視覺)의 중첩함수(weighting function))의 도입이 필요하다. 또 당연히해도 주관평가에는 ghost-flutter 이외의 요인도 영향을 끼친다. 본 논문에서는 주관평가척도를 확립한다는 전제(前提)로서 열화의 원인인 다중경로 전파환경의 열악한 정도를 객관적으로 평가하는 것을 목적으로 한다. 그로부터 열화요인의 지역적 변화를 정량화하고 또 다이버시티 수신등에 의한 개선효과를 정량적으로 평가할 수가 있다.

또한 본 논문에서는 열화요인으로서 ghost-flutter에만 착목하고 있지만 동기 타이밍변동의 측정에는 동기상실에 의한 불연속적인 변화도 동시에 관측된

다. 경험에 의하면 동기상실의 영향은 이동체속도와 인간의 시각(視覺)에 강하게 관계하고 객관적 척도로서는 적절하지 않다고 생각되므로, 여기서는 측정 테이타로부터 동기상실을 제거한 연속적인 변동(ghost-flutter의 원인)만을 취급하기로 하였다. 단, 동기상실은 다중경로파가 심할때에 발생하기 쉽고, 동기 타이밍의 변동이 클때에 자주 일어나는것이 관측된다. 또 그 이외의 열화요인(색의 소실이나 색상의 흐트러짐등)도 다중경로파가 심할때에, 발생하기 쉬우므로 동기 타이밍의 연속적인 변동은 모든 열화요인을 대표하는 것으로 생각된다. 그러나 이점에 대해서는 아직 명확한 관계가 얻어져 있지 않으므로 본 논문에서는 ghost-flutter 만을 열화요인의 대상으로 생각했다.

II. 화상품질열화요인의 정량적 평가척도

1. 수평동기 타이밍 변동의 실내실험

텔레비전 이동수신에서의 ghost-flutter는 화상 품질열화의 가장 중요한 원인이고, 그 크기가 화상 품질의 양부를 좌우한다고 해도 과언은 아니다.

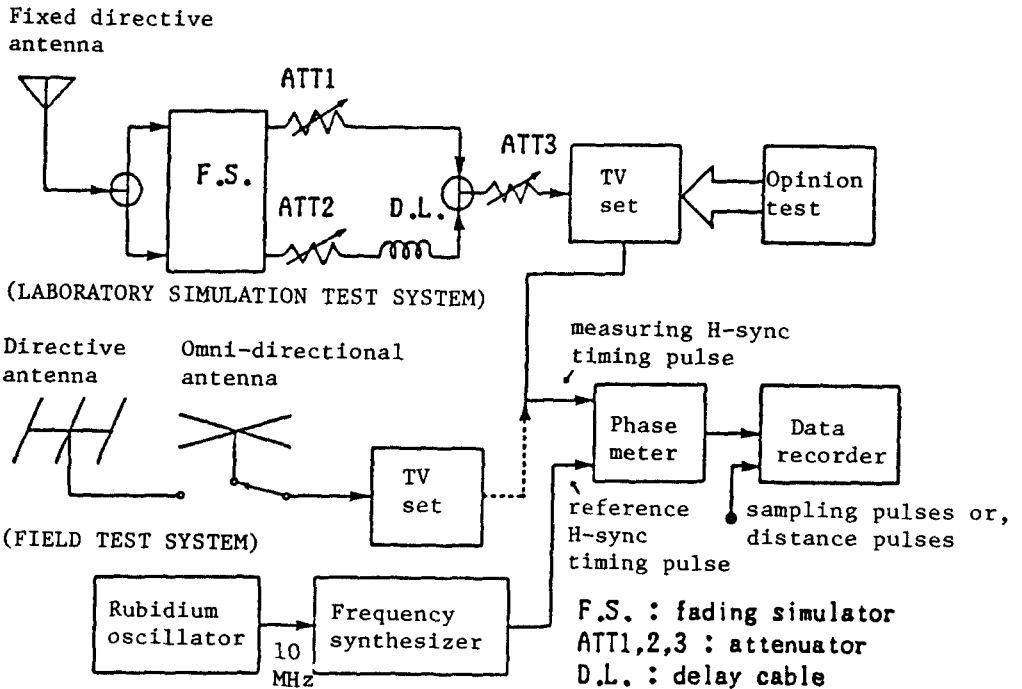


그림 1. 기준신호를 이용한 수평동기 타이밍 측정계

Fig. 1. Schematic diagram of measuring system for H-sync timing fluctuation using a timing standard signal.

도로상의 다중경로전파는 각각이 독립인 레일레이 페이딩에 따르는 복수의 전파로서 모델화가 가능하다. 그중 가장 기본적인 모델은, 지연시간을 갖는 무상관(無相關)의 2파 레일레이 모델로 그림 1에 표시하는 실내실험계에 의해서 이를 시뮬레이트 가능하다. 레일레이 분포하는 2파의 합성신호의 포락선(측정수상기 입력단에서의 신호강도)의 분포도 레일레이 분포에 따르며, 순시(瞬時)의 DU비(D파와 U파와의 비)의 데시벨 치: 일반적으로 D파는 선행하는 전파를 말하며 본 논문에서의 D파는 직접파, U파는 지연파를 말한다.)는 2파의 평균 DU비 주변에 거의 dB정규분포한다.<sup>(5,6,7)</sup> 이 측정계는 야외에서 관측되는 같은 모양의 화상열화를 재현 가능하고<sup>(8)</sup> ghost-flutter는 수평동기 타이밍의 변동으로서 검출가능하다.<sup>(3,4)</sup> 타이밍의 공간적변동을 대상으로 하면 페이딩 시뮬레이터의 페이딩 주파수(최대 Doppler 주파수)는 임의의 값으로 좋지만, 정확한 측정을 위해서 페이딩 주파수는 낮은치(약 1.0 Hz)를 이용했다. 이는 이동체속도 2.5 Km/hr에 상당한다.

각종 다중경로 파라미터(평균입력신호강도, 2파의 평균 DU비, 위상차 및 지연시간 : 이하 특히 지정하지 않는 한 평균이라는 용어는 생략한다)에 의한 수평동기 타이밍 변동을 측정함과 함께, 그때의 화상도 함께 관측하였다. 수평동기 타이밍의 공간적 변동은 다중경로 전파환경의 상태와 밀접하게 관계하고, 더욱이 공간에 고유한 것으로서 객관적으로 측정할수 있으므로 열화요인의 객관적 척도에 적당하다. 이 공간적 변동은 이동수신에 의해서 시간적 변동으로서 관측되지만 동기 타이밍의 공간적주기  $A$ 와 시간적주기  $T$ 와의 사이에는  $A = v T$  ( $v$ :이동체속도)인 관계가 있고 양자는 서로 변환가능하다.

그림 2는 각종의 다중경로 파라미터에 대해서 측정 한 수평동기 타이밍 변동(입력신호강도 60dB $\mu$ V)의 예이다. 그림 2(a)는 지연시간을 1.3 sec에 설정하고, DU비를 0dB, 15dB, 및 D파만인 경우이다. 그림중의 불연속적인 타이밍변화는 주파수 선택성 페이딩에 의한 동기신호의 순간적 소실(消失)에 따르는 동기상실을 나타낸다. 단 D파만의 경우에는 비선택성 레일레이 페이딩에 의한 신호의 심한 저하(deep)에 따른 순간적인 동기상실이 보인다. 이들의 동기상실을 제외하면 DU비가 클수록 타이밍 변동의 크기와 빈도가 감소함을 알수 있다.

그림 2(b)는 DU비를 0dB로 하고 지연시간을 변화시킨 경우이다. 지연시간이 작을수록 타이밍의 변동은 작다. 그림 2(a), (b), 어느 경우도 타이밍 변동이 심할수록 이에 대응해서 화상의 열화가 크다는 것

이 관측되었다.

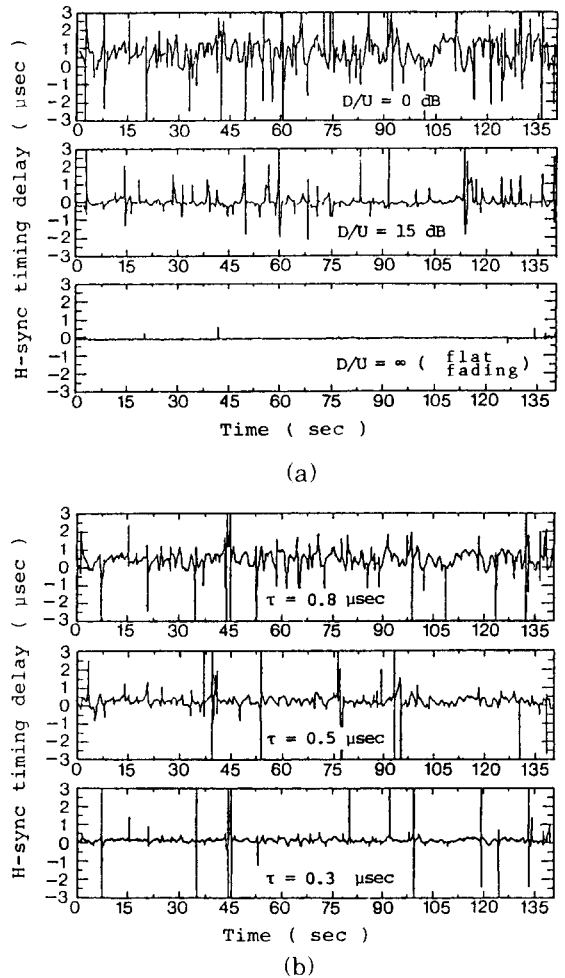


그림 2. 수평동기 타이밍 측정예

- (a) DU비 변화에 대한 결과 (입력신호60dB $\mu$ V, 지연시간 1.3 $\mu$ sec)
- (b) 지연시간 변화에 대한 수평동기 타이밍 변동예 (DU비 0dB, 입력신호 60 $\mu$ BV).

Fig. 2. Examples for the measured H-sync timing fluctuations.

- (a) The result for various DU ratios(input signal fixed at 60 $\mu$ BV, time delay fixed at 1.3 $\mu$ sec).
- (b) The result for various excess time delays (input signal fixed at 60dB $\mu$ V, DU ratio fixed at 0dB).

2. 타이밍 변동의 스펙트럼 분석

수평동기 타이밍의 공간적 변동의 발생빈도와 변동 폭을 표현하기 위해서 측정된 시간적 변동을 공간적 변동으로 환산하여, 이 변동폭을 푸리에 변환하여 각 공간주기성분의 진폭분포를 구한다. 공간주기는 파장  $\lambda$  로 정규화한 값을 이용한다.

측정한 타이밍 변동에는 그림 2에 표시한바와 같이 동기상실도 포함되어 있다. 전절에서 서술한바와 같이 이 해석에서는 동기상실을 제외한 ghost-flutter에만 주목한다. 동기상실에 의한 타이밍 변화는 매우 급격하며 또한 그 변동폭이 크기 때문에 변화율에 의해서 판별할 수가 있다. 각 샘플 데이터간의 (이 경우, 시간간격 38 msec)의 변화  $|D(n+1) - D(n)|$  (여기서  $D(n)$ 는  $n$  번째의 샘플점의 데이터치)가  $1 \mu\text{sec}$  를 넘는 경우에는 이를 동기상실로 판정하고,

동기상실을 포함하는 데이터를 제외하기 위해서  $D(n-10)$  과  $D(n+10)$ 과를 직선으로 연결하는 방법을 사용했다. 이 방법에 의해 ghost-flutter 만을 대부분 충실하게 추출할 수가 있다.

그림 3(a)는 동기상실을 포함하는 타이밍 변동과 그 진폭 스펙트럼 분포를 나타내며, 그림 3(b)는 동기상실을 제외한 후의 것으로 고주파성분이 제외되어 있음을 알수 있다. 그림 3(b)의 스펙트럼 분포를 최소2승근사법에 의해 단순화한 곡선(그림중의 굵은선)을 이하 ghost-flutter 곡선으로 명명한다.

이 방법에 의해서 그림 2(a)의 각각의 측정결과로부터 구한 ghost-flutter 곡선을 그림 4에 나타냈다. 평균 DU비가 크면 클수록 진폭 스펙트럼은 작고 ghost-flutter 곡선이 타이밍 변동의 크기를 표현할

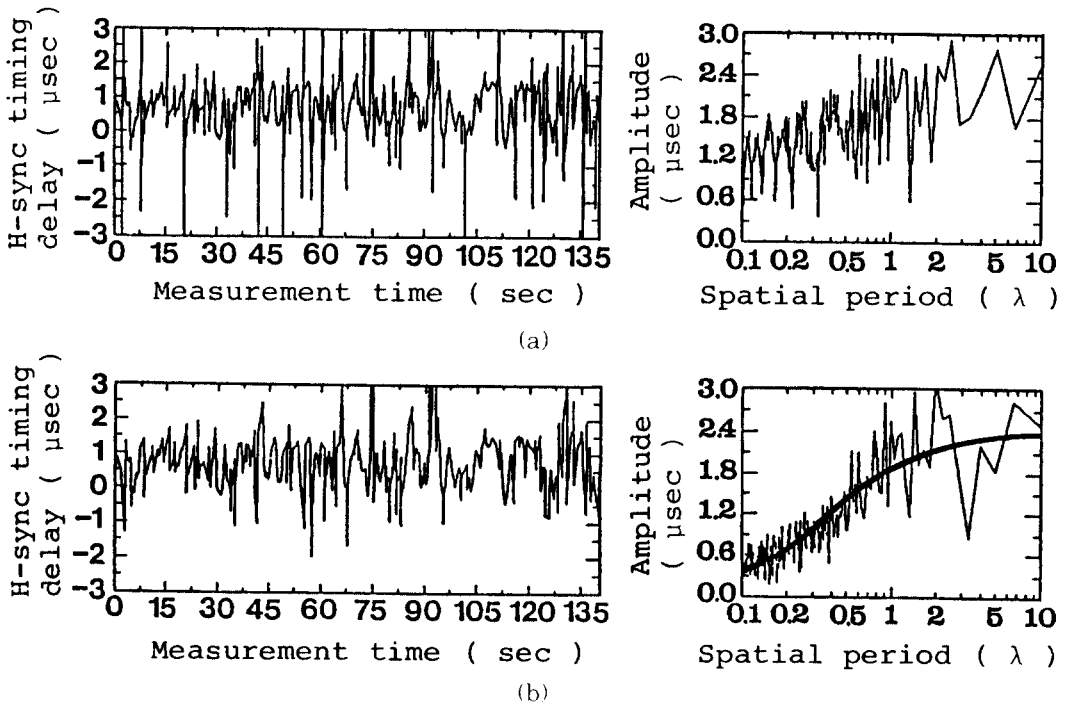


그림 3. 동기상실에 의한 수평동기 타이밍의 스펙트럼 분포의 영향 (DU비 0dB, 지연시간  $1.3\mu\text{sec}$ , 신호강도  $60\text{dB}\mu\text{V}$ )

- (a) 동기 타이밍 변동과 그 스펙트럼 (동기상실 처리전)
- (b) 동기 타이밍 변동과 그 스펙트럼 (동기상실 처리후)

Fig. 3. Spectrum of H-sync timing fluctuations affected by loss of synchronization (DU ratio 0dB, time delay  $1.3 \mu\text{sec}$ , signal strength  $60\text{dB}\mu\text{V}$ ).

- (a) H-sync timing fluctuation and amplitude spectrum (before the elimination of loss of synchronization).
- (b) H-sync timing fluctuation and amplitude spectrum (after the elimination of loss of synchronization).

수 있음을 알 수 있다. 단 D파의 경우에서도 동기상실에 의한 1  $\mu\text{sec}$  이하의 불연속적인 변동이나 잡음성분이 남기 때문에 스펙트럼은 0으로 되지 않는다.

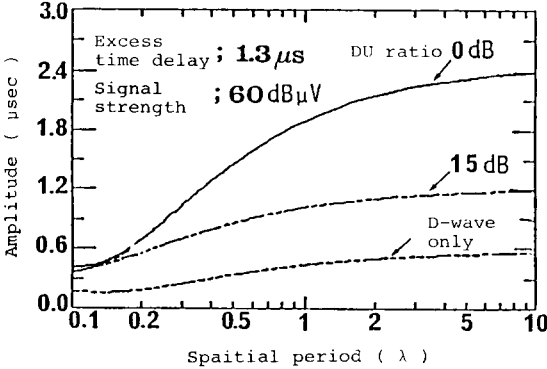


그림 4. DU비 변화에 따른 ghost-flutter 곡선  
Fig. 4. Ghost-flutter curves for various DU ratios.

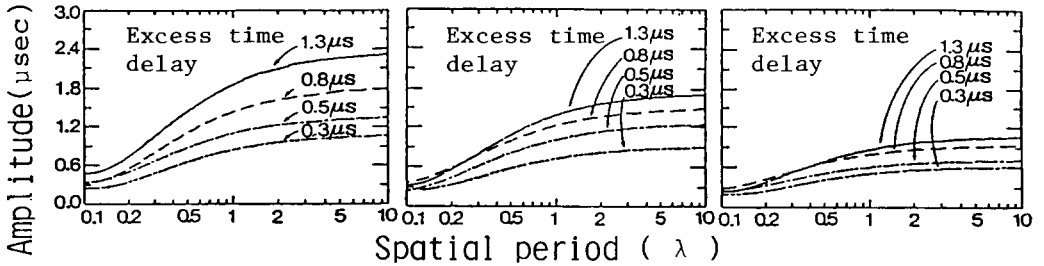
3. 다중경로 파라미터와 ghost-flutter 곡선  
여러종류의 다중경로 전파의 조건에 의한 ghost-flutter의 성질을 조사하기 위하여 다중경로 파라미터

를 변화시킨 실험결과에 대하여 검토하였다.

그림 5(a), (b), (c)는 특정 DU비에 대하여 지연시간을 변화시켰을 때의 ghost-flutter 곡선이다. 단, 입력신호강도는 60dB $\mu\text{V}$ 로 하였다. DU비가 클수록 또한 지연시간이 작을수록 진폭 스펙트럼이 작은 것을 나타내고 있다.

그림 5(d), (e), (f)는 지연시간을 1.3  $\mu\text{sec}$ 로 고정하고 특정의 DU비에 대하여 입력신호강도를 변화시킨 경우이다. 입력신호강도의 변화에 대하여 ghost-flutter 곡선에 큰 차가 보이지 않지만 그림 5(f)의 신호강도가 40dB $\mu\text{V}$  일 때는 다른 것 보다 진폭 스펙트럼이 크다. 이것은 DU비가 크고 수신입력신호가 작을 때 화상품질 열화는 다중경로와 보다는 오히려 열잡음에 의한 영향을 받는 것을 나타내고 있다고 생각된다. 고정수신의 경우 정격 입력신호레벨은 52dB  $\mu\text{V}$  정도로 알려져 있다. 이동수신의 경우에도 잡음의 영향을 피하기 위해서는 이 정도 이상의 입력이 바람직하다고 생각된다.

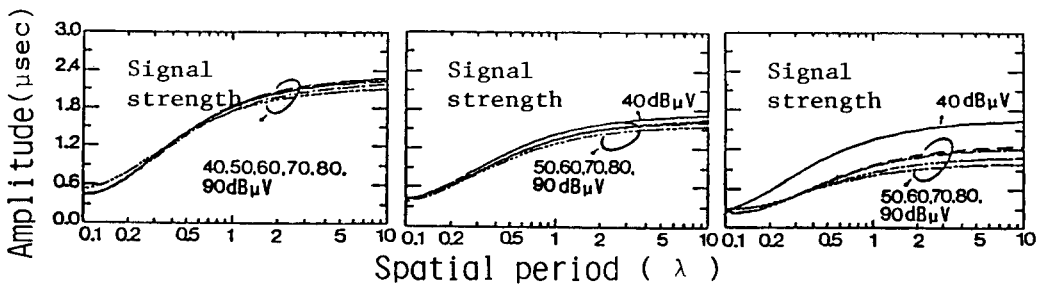
그림 5(g), (h), (i)는 DU비를 0dB로 하고, 특정의 지연시간에 대해서 입력신호를 변화시킨 경우이다. 지연시간이 작을수록 진폭 스펙트럼이 작다. 신호강도의 영향은 똑같이 작지만 다중경로와 영향이 작게 되면 열잡음의 영향을 받는 경향이 보인다. 이



(a) Signal strength: 60dB $\mu\text{V}$   
DU ratio: 0dB

(b) Signal strength: 60dB $\mu\text{V}$   
DU ratio: 10dB

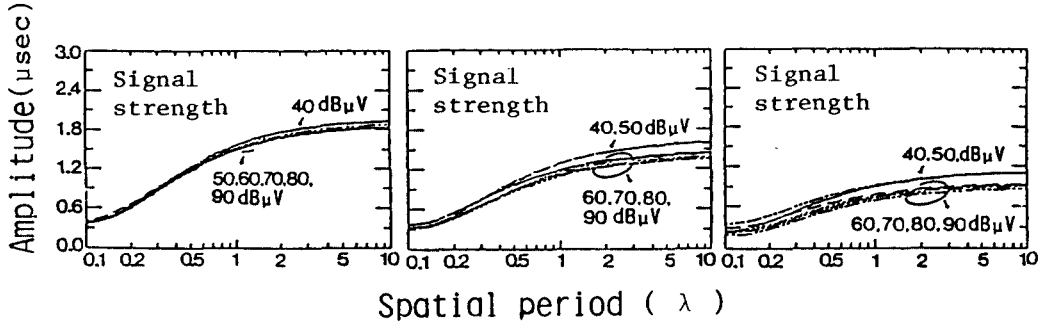
(c) Signal strength: 60dB $\mu\text{V}$   
DU ratio: 20dB



(d) Excess time delay: 1.3 $\mu\text{sec}$   
DU ratio: 0db

(e) Excess time delay: 1.3 $\mu\text{sec}$   
DU ratio: 10db

(f) Excess time delay: 1.3 $\mu\text{sec}$   
DU ratio: 20db



(g) DUratio:0db  
Excess time delay: 0.8μsec

(h) DUratio:0db  
Excess time delay: 0.5μsec

(i) DUratio:0db  
Excess time delay: 0.3μsec

그림 5. 다중경로 파라미터 변화에 따른 ghost-flutter 곡선

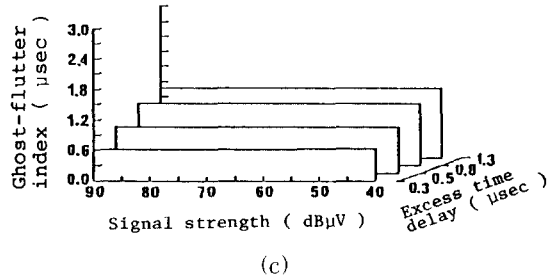
Fig. 5. Ghost-flutter curves for various multipath parameters.

상 다중경로 파라미터의 각종 조합에 대한 ghost-flutter 곡선은 타이밍 변동을 적절하게 표현한다는 것이 확인되었다.

### Ⅲ. 화상품질의 주관평가

#### 1. Ghost-flutter 지수

Ghost-flutter 곡선은 화상품질열화요인의 정도를 잘 나타내지만, 이를 하나의 수치로 표현가능하면 평가척도로서는 편리하다. 공간주기 λ/2 부근에서 그 경사가 가장 큰 성질을 고려해서 여기서는 λ/2 에서의 진폭치를 대표시켜, 이하 ghost-flutter 지수라고 명명하기로 한다.



(c)

그림 6. 다중경로 파라미터 변화에 따른 ghost-flutter 지수

(a) DU비, 지연시간에 대한 변화 (신호강도 60dBμV)

(b) 신호강도, DU비에 대한 변화 (지연시간 1.3 μsec)

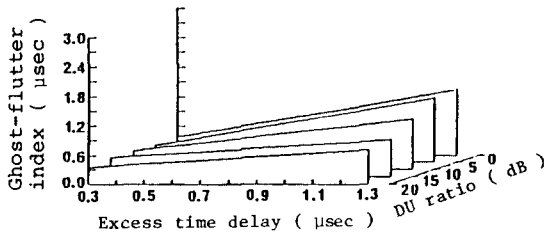
(c) 지연시간, 신호강도에 대한 변화(DU비 0dB)

Fig. 6. Ghost-flutter index for various multipath parameters.

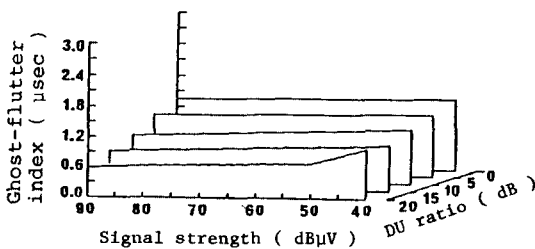
(a) Ghost-flutter index for various DU ratios and excess time delays (for signal strength fixed at 60dBμV).

(b) Ghost-flutter index for various signal strengths and DU ratios (for excess time delay fixed at 1.3μsec).

(c) Ghost-flutter index for various excess time delays and signal strengths (for DU ratio fixed at 0dB).



(a)



(b)

그림 6에 다중경로 파라미터의 각종 조합에 대한 ghost-flutter 지수의 변화를 나타낸다. 그림 6(a)는 DU비와 지연시간, (b)는 신호강도와 DU비, (c)는 지연시간과 신호강도의 변화에 대한 ghost-

flutter 지수의 변화이며 특히 DU비와 지연시간에 크게 의존함을 나타내고 있다.

2. 주관평가실험

Ghost-flutter 지수와의 실제의 화상품질에 대한 주관평가치를 비교하여, 양자의 관계에 대해서 기초적 검토를 행하였다.

표 1. 화상품질의 주관평점척도

Table 1. 5-Point comment scale for evaluation.

(A) Ghost-flutter evaluation

Score	Comment
5	notperceptible
4	just perceptible
3	perceptible, but only slight impairment to picture
2	definite impairment
1	severe impairment

(B) Overall evaluation (includes loss of sync, Ghost-flutter, missing color, incorrect hue, snow noise, etc.)

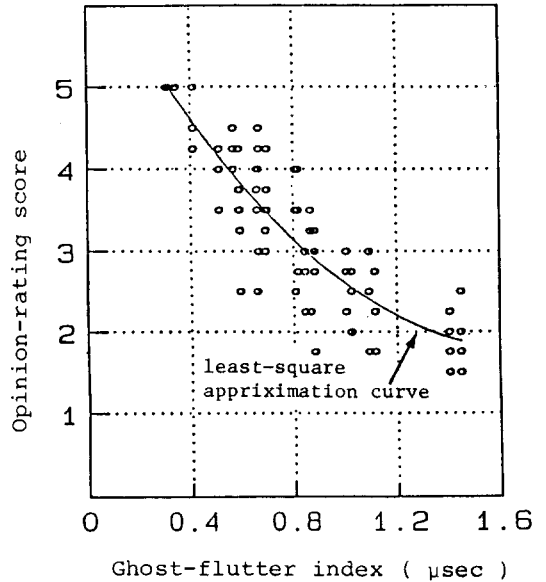
Score	Comment
5	notperceptible
4	just perceptible
3	perceptible, but only slight impairment to picture
2	definite impairment
1	severe impairment

주관평가에는 표 1과 같이 ghost-flutter 만의 평가(A)와 종합적인 화상품질평가(B)의 5단계 평가를 이용하였고 평가치의 판정이 애매한 경우에는 중간평가치를 인정했다. 실내에서의 시뮬레이션 실험에서 입력신호강도를 60dB $\mu$ V로 일정히하고 지연시간(0.3, 0.5, 0.8, 1.3 $\mu$ sec)과 DU비(0.5, 10, 15, 20dB, D파만인 경우)를 조합한 합계 24조에 대해서 각각 2회씩 평가(A)와 평가(B)를 동시에 행하였다. 화상내용은 텔레비전의 일반프로로 각 표본에 대해서 똑같은 케이딩을 발생시켜, 14인치 텔레비전 수상기로부터 시거리 2m의 장소에서 1분간씩 관측을 행하였다. 관측자는 6명으로 그 중 2명은 본 연구의 담당자였다.

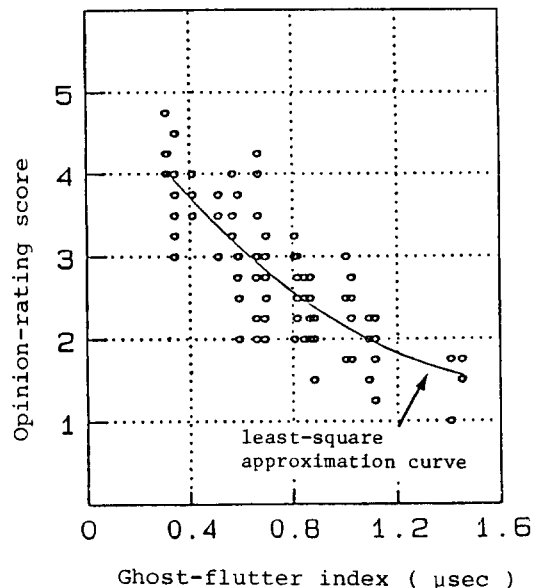
3. 평가실험결과

그림 7은 각 사람 2회의 주관평가치의 평균치와 ghost-flutter 지수와의 관계로, 실선은 각 데이터의 최소2승근사곡선이다. 그림 7(a)는 평가(A), (b)는

평가(B)의 결과를 나타낸다. 데이터에서는 다소의 분산이 보이지만 거시적으로는 화상품질열화요인의 주관평가치와 ghost-flutter 지수간에는 의미있는 관계가 있다고 생각된다.



(a) Ghost-flutter only(A)



(b) Overall(B)

그림 7. 주관평가 결과

Fig. 7. Opinion test results.

또한 주관평가치(A)와 주관평가치(B)와의 사이에는 다소 차이가 있지만, ghost-flutter 지수가 작을수록 그 차가 큰 영향이 있다. 이는 ghost-flutter 가 작은 경우에는 색상등의 다른 열화영향이 큰 것을 의미한다.

이들 실험결과에 의해 화상품질열화요인의 평가척도인 ghost-flutter 지수와 화상품질의 주관평가치와의 사이에는 아주 좋은 대응성이 인정됨을 알았다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 화상신호의 다중경로 전파환경에서의 이동수신 특성을 연구하였다. 텔레비전 방송파의 이동수신시의 수평동기신호의 위상변동량으로부터 화상열화의 정도를 평가할수 있는 객관적인 척도를 제안하여 기초적인 화상품질평가법을 확립하였다. 시가지에서의 텔레비전 이동수신에 의한 화상품질의 가장 큰 열화인 ghost-flutter 는 다중경로 파라미터의 변화에 의해서 텔레비전 수상기내에서 만들어지는 수평동기 타이밍의 변동으로부터 발생한다. 그 발생의 특성을 2파모델에 대해서 수평동기 타이밍의 변화와 다중경로 파라미터와의 관계를 명백히 확인했다.

Ghost-flutter 의 정량적평가의 기초적 고찰로서 수평동기 타이밍 변동의 스펙트럼 분포에 의해 ghost-flutter 곡선 및 지수를 정의하고, 다중경로 파라미터의 영향과 함께 화상품질의 주관평가와의 관계에 대해서 검토했다. 금번 제안한 ghost-flutter 곡선 또는 지수는 ghost-flutter 의 크기나 빈도를 잘 표현하여 화상품질의 주요 열화요인이 되는 다중경로전파의 척도로서 이용할 수 있음을 나타내며, 또 화상품질의 주관평가치와도 아주 잘 대응함을 알았다. 텔레비전 이동수신에 의한 화상품질열화에는 ghost-flutter 이외의 요인도 영향을 주지만 ghost-flutter 가 가장 중요한 척도의 하나라고 사려된다. 금후 더욱 상세한 검토가 필요하지만 아직까지 전혀 평가법이 없었던 텔레비전 이동수신에 의한 열화의 개선도 평가나 서비스 에어리어의 정의 및 광대역 디지털 화상정보의 품질평가등에 ghost-flutter 지수는 유효한 수단을 제공하리라 사려된다.

#### 参 考 文 献

- [1] T. Takeuchi, D.H. Ha, F. Ikegami, S. Yoshida, "Picture Impairments Due to Multipath Propagation in Mobile TV Reception," *IEEE EMC Inter. Sympo. EMC '84 Tokyo*, vol.2, pp.697-701, Oct. 1984.
- [2] Deock Ho Ha, "An Analysis of The SYNC Timing Fluctuations in Mobile Visual Communication under Urban Multipath Propagation Environment," *韓國通信學會誌 第14卷 第5號*, pp.472-485, 1989年 10月.
- [3] D.H. Ha, T. Takeuchi, F. Ikegami, S. Yoshida, "An Analysis of Ghost-Flutter in Urban Mobile TV Reception," (in Japanese) *Papers of Technical Group on Electromagnetic Compatibility, IECE Japan*, EMCJ84-48, pp.1-8, Jan. 1985.
- [4] D.H. Ha, T. Takeuchi, F. Ikegami, S. Yoshida, "Detection of Picture Impairments in Urban Mobile TV Reception," (in Japanese) *Trans. ITE Japan*, vol. 40, no.9, pp.892-898, Sep. 1986.
- [5] M.Nakagami, "The m-distribution: A General Formula of Intensity Distribution of Rapid Fading," in "Statistical Methods of Radio Wave Propagation ed. W.C Hoffman), Pergamon Press, 1960.
- [6] S. Okui, N. Morinaga, T. Namekawa, "Probability Distributions for Ratios of Fading Signal Envelopes and Their Generalization," (in Japanese) *Trans. IECE Japan*, vol.B-64, no.11, PP.1228-1235, Nov. 1981.
- [7] M. Yasufuku, F.ikegami, S. Yoshida, H. Fuse, "An Estimating Method of Frequency Correlation Characteristics in Urban Area," (in Japanese) *Papers of Technical Group on Antenna & Propagation, IECE Japan*, AP81-123, Jan. 1982.
- [8] D.H. Ha, T. Takeuchi, F. Ikegami, S. Yoshida, "Measurements of Picture Impairments in Urban Mobile TV Reception," (in Japanese) *Papers of Technical Group on Antenna & Propagation, IECE Japan*, AP83-40, pp.29-34, Aug. 1983.

- [1] T. Takeuchi, D.H. Ha, F. Ikegami, S. Yoshida, "Picture Impairments Due to Multipath Propagation in Mobile TV



## 著者紹介



河德鎬(正會員)

1954年 2月 18日生. 1972年 3月 ~ 1979年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1982年 4月 ~ 1984年 3月 일본 경도대학대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1984年 4月 ~ 1987年 3月 일본 경도대학대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1974年 2月 ~ 1976年 11月 공군복무(레이다 정비). 1978年 11月 ~ 1981年 1월 (주) 금성사 중앙연구소 근무. 1987年 3月 ~ 1987年 8월 (주) 일본 송하 전기 무선연구소 연구원. 1990年 8월 ~ 1991年 8월 미국 University of California (at Davis) 방문연구원. 1987年 9월 ~ 현재 국립 부산수산대학교 정보통신공학과 근무(조교수). 주관심분야는 이동통신, 안테나 및 전파전파, 무선통신, 디지털 통신시스템 등임.