

One Procedure pertaining to a 2-D image enhancement by simple Analog Filters

안 수길, 이 명동, 김 기선

Ann, Seungil Lee, Myeong Jong Kim, Kiseon (S.N.U)

1. 서론

一般 radio communication 이 acoustic energy 의 時間的 變化的 傳播에 이용되나, 前기에 대한 情報의 空間的 變化 및 時間的 變化를 同時에 전달하는 것은 T-V communication 이다. 前者가 한 瞬間에 있어 한 가지 情報을 갖는다면, 後者는 全体 空間에 나타날 여러 가지 情報을 갖고 있다. 으므로 時間的으로 價函數가 아니다. 이에 scanning 技法이 있어 時間 및 空間에 對한 變化를 時間에 대한 一價函數로 나타낼 수 있도록 한다. TV communication 은 결국 二次元 情報處理로서 가까이는 無線通信衛星 Nimbus 에서 보내는 每象 豫料과 일리는 Mariner 에서 오는 地質學的 情報 傳達를 이 包含된다. 또한 物理的 障壁이나 人間接의 技術의 한계에 의한 近限界 이후의 事實을 아는 데에 이용되어, 醫學的 및 工學的 斷面의 撮影에도 이용된다. 모든 imaging system 은 前述한 object image 를 가장 충실히 傳達할 수 있어야 한다.

imaging system 은 傳播空間 및 機械素子를 주로 한 optical system 과 scanning 에 必要한 電子素子, 그리고 image 를 기록할 수 있는 부분으로 大別되나, 이로써 기구 觀測用 衛星에서 보내는 二次元 影像 傳達를 望遠鏡에 의해 通信衛星에서 optical telescope 로 觀察된 情報가 二次元 dial fn. 에 의해 scanning 되어 대기를 通過한다. 이 過程 중 大氣 湍動 및 thermal noise 등의 影響을 받으며 地表에 到着한 信號는 송신 시의 역과 같은 失真 印蓋性 drum이나 T-V screen 에 機械的 속은 重復的인 scanning 을 通하며 再現된다. 이러한 二次元 情報를 받는 과정에는 여러 가지 媒体가 있는 만큼, 각 부분의 不完美性에 의한 損傷이 있게 된다. 이러한 損傷은 대개 a posteriori 하리만 그 本質 및 特性이 數值的으로 本定義될 수 없다면 가능한 復原을 할 수 없다. 그러므로 image 의 回復은 degradation modeling 으로 부터

出沒한다. 構成된 degradation model은 回復를 判斷할 수 있는 適切한 criterion 하에서 restoration model을 構成하는 데 用이 된다. 이 때 回復할 수 있는 model의 設定의 構想이 마지막 段階이다. 이 段階는 digital process를 통하여서는 많은 改善를 가져 왔으나, optical 특히 analog process에서는 간단함이나 不拘하고 無未되어 왔다. 하지만 scanning 과정을 通하여 空間的 변화가 瞬間에 發生된다는 것을 考慮하여 簡單한 passive 素子를 用하여 改善할 수 있는 餘地를 본이 고자 한다.

2. modelling

degradation은 system in의 組合을 나타내거나 起因하는 原因은 多様하다. 4차원 空間에서 2차원 空間으로의 變換은 scanning aperture의 有限성에 따른 結果에 대해서 2차원 空間에서 1차원 空間으로의 變換은 linear space invariant하며 deterministic하게 設定할 수 있는 경우를 가정한다. 실재 空気が linear한 지라도 一般的으로 linear하다고 設定할 수 없고 複合的으로 linear한

지라도 noise가 stochastic process이나, image가 傳播되는 途中 空間내에서 發生한 S/N 비 큰 것은 像은 像을 復元할 수 있다. 또한 像은 nonlinear한 model을 capital domain 상에서 linear를 만족시킬 수가 있고 weak stationarity 조건을 갖는 stochastic model은 像의 次 model을 이용하여 deterministic한 model로 設定할 수 있다.

model 設定은 Impulse Response Fun. (IRF)를 設定하는 것에서 부터 出發한다. 設定한 空域 像의 image fn. $g(x,y)$ 는 object point의 superposition으로 表示된다.

$$g(x,y,z,w) = \iiint f(\xi,\eta,t,\lambda)$$

$$h(x,y,z,w, \xi,\eta,t,\lambda) d\xi d\eta dt d\lambda \quad (1)$$

식(1)가 갖는 spatial parameters와 temporal parameters는 separable form으로 表示될 수 있다. 각각 對應 관계를 갖는 경우 兩者는 scanning을 通하여 變換되어 한쪽 parameter의 關係를 알면 全体를 알 수 있다.

Huygens-Fresnel principle에 의해 有限한 aperture에 對하여 變換되어 像은 4차원 像이다.

$$i(x,y) = \iint h(x,y,\xi,\eta) \cdot f(\xi,\eta) d\xi d\eta \quad (2)$$

$$h = \frac{1}{j\lambda} \exp(jkx)$$

여기서 實價的 거리 관계에서 근사한 결과는 다음과 같다.

$$i(x, y) = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} f(\xi, \eta) \cdot \exp\left\{-j \frac{2\pi}{\lambda d} (x\xi + y\eta)\right\} d\xi d\eta \quad (9)$$

$$K = \exp(jkz) / \exp(j \frac{k}{2d} (x^2 + y^2)) / j \lambda d$$

이는 等價的으로 object fn 이 Fourier transform 이 되므로 같은 결과를 보인다. $f(\xi, \eta)$ 가 S_0 내부에서 unit amplitude 이고 외부에서 null condition 이 경우를 보면

$$i(x_0) = \frac{1}{K} \left\{ 2 \frac{J_1 \left(\frac{k r_0 R}{2d} \right)}{\frac{k r_0 R}{2d}} \right\} \quad (12)$$

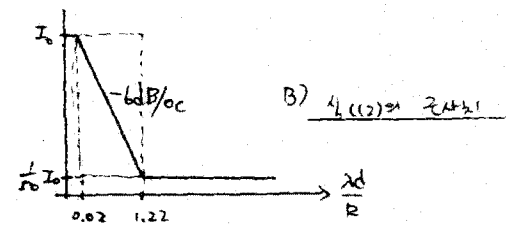
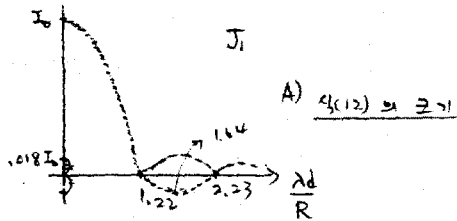
S_0 : circle of radius R

$$r_0 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$K = \exp(jkz + j \frac{k r_0^2}{2d}) \cdot \frac{k R^2}{j \lambda d}$$

(12) 식에서 ideal scanning 이나 초점이 정확할 때는 S_0 가 dirac fn 이 경우이다. 이때 $i(x_0)$ 는 dc 를 나타내며, $R \rightarrow \infty$ 일때 즉 d.c test input 이 될 때 $i(x_0)$ 는 impulse 형태를 갖는다. 이로써 여러 가지 출력의 재생은 식 (12) 의 inverse 특성을 갖는 회로를 다시 inverse Fourier transform 을 하기 전에 말과 주파수 영역을 포함한다. 等價的 degradation model 은

다음과 같은 구좌수 특성은 큰 簡單한 나타낼 수 있다.



이때 근사치의 근치는 최고치의 2% 이하에서는 noise 다 signal 의 구분을 할 수 없을 것이므로 가정 라미서 선택되었다고, 기울기가 $-6dB/\alpha$ 로서 간단한 1차 LPF 형태를 갖도록 하였다. 즉 입력과 system 의 convolution 이 output 이 되었으므로 error 의 크기를 최소로 하기 위해서는

$$e = \hat{g}(x, y) - g(x, y)$$

$$J_1 = E(e) \quad (19)$$

$$\hat{g} = \hat{h} * f$$

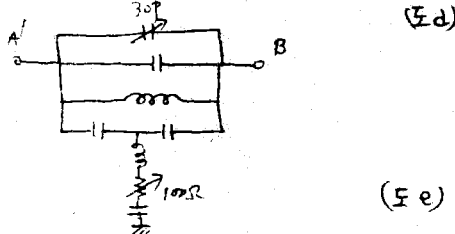
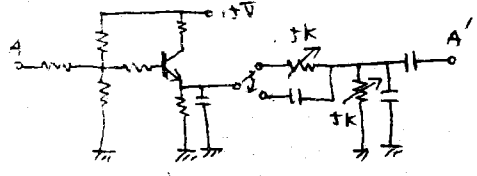
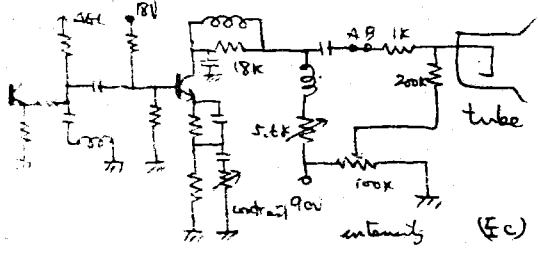
$$\hat{h}(\min J_1) = h^{-1}$$

이때 생기는 noise 가 $h^{-1} * n$ 이므로 이 영향을 고려한 것이다. 이러한 degradation 의 restriction 은 단순히 B) 도의 inverse 로써 1차 HPF 로 가능 하다.

3. experimental setting

실험장치는 RCA-TK 31A camera system & Sony DXC-2000A monitor를 사용하였다.

A) Vidicon 영상 증폭부 및 삼각장비



(Ea)는 Restoration model에 해당하는 network이다. 이 경우 1차원 영상 개선에 대한 개선점을 나타내는 변칙에 따라 정칙은 클수록 좋다. 등 leading white나 shaping 방법을 방지하기 위하여 (Ee)와 같은 APF를 사용하였다.

4. 결과에 대한 결과는 2차원 시 제공 될 것 이다.

5. 참고 문헌

1. Zverev, A.I., Handbook of Filter synthesis, Wiley, NY, 1967.
2. Cannon, M., 'Blind Reconstruction of Spatially invariant image blurs with phase' IEEE ASSP-24, No.1, Feb, 1976.
3. Goodman, J., Introduction to Fourier optics, McGraw-Hill, NY, 1968.
4. Collier, R., Optical holography, A-P, N.Y. 1971
5. Bracewell R., The Fourier Transform and its application, McGraw-Hill NY, 1965
6. O'Neill, Introduction to statistical optics, Addison-Wesley, Massachusetts, 1963
7. 李有松, 'Time dependent Fourier transform, Time dependent Spectrum density, 및 2 응용' 전자공학리피 제 13권 4호, 1976, 10.
8. 李明全, 李有松, TV camera & High pass Filter를 사용한 라인 개입에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 1977.
9. Bennett, W.R., Introduction to signal transmission, McGraw-Hill Company, NY, 1970.
10. Anderson, W., 'Amateur Reception of weather satellite picture transmission' QST forum, Nov, 1965