



카오스 맵 기반으로 생성된 이진 수열의 상관 특성과 균형 특성



최효정, 노홍준*, 송홍엽

연세대학교, LIG Nex1*

2022년도 한국통신학회 추계종합학술발표회

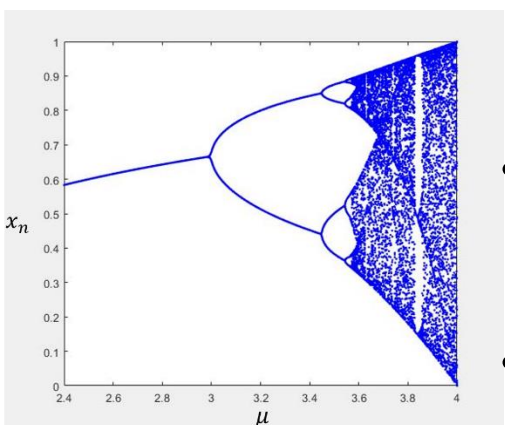
본 논문은 Chaotic map인 Logistic map, Tent map, 그리고 Chebyshev map을 기반으로 생성된 수열들의 상관특성과 균형특성을 실험을 통해 확인한다. 실험 결과 Chaotic map기반의 이진 수열들은 좋은 상관특성과 균형특성을 갖는다.

■ 서론

- Chaotic map은 초기값에 민감한 특성을 가지고 있어 미세한 초기값의 차이만으로도 완전히 다른 값이 도출되는 비선형 함수임
- DSSS시스템에서 사용하는 PN코드는 일정한 주기를 갖으므로 수열 집합의 크기가 제한적
- Chaotic map은 초기값의 변화 만으로도 일정한 주기가 없는 무한한 수의 수열 집합이 생성 가능하므로 기존 DSSS시스템에서 Chaotic 수열의 사용이 연구되어옴[1-3]
- Chaotic map 중 Logistic, Tent, Chebychev map을 기반으로 생성된 수열들의 이진 변환을 통해 상관특성과 균형특성을 분석함

■ 세가지 Chaotic map의 정의

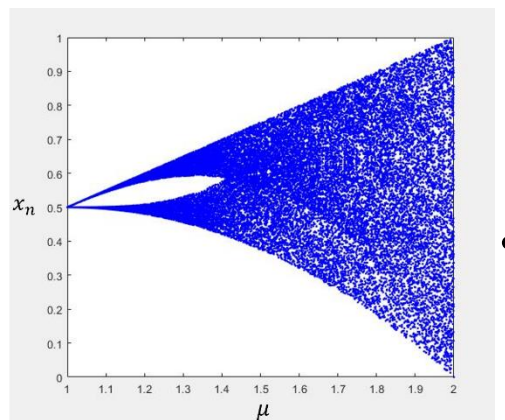
➤ **Logistic map**은 식 (1)로 정의되는 함수임[1]



$$x_{n+1} = \mu x_n (1 - x_n) \quad (1)$$

- $1 \leq \mu \leq 4$, $x_n \in (0,1)$ 이고 x_{n+1} 은 iteration 결과임
- $3.5699 \leq \mu \leq 4$ 일 때 Chaotic 상태

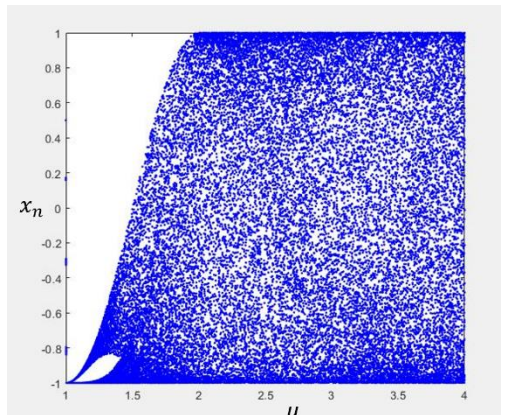
➤ **Tent map**은 식 (2)로 정의되는 함수임[2]



$$x_{n+1} = \begin{cases} \mu x_n, & \text{if } x_n < 0.5 \\ \mu(1 - x_n), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

- $1 \leq \mu \leq 2$, $x_n \in [0,1]$ 이고 x_{n+1} 은 iteration 결과임
- $\mu = 2$ 일 때 Chaotic 상태

➤ **Chebyshev map**은 식 (3)로 정의되는 함수임[3]



$$x_{n+1} = \cos(\mu \cdot \arccos(x_n)) \quad (3)$$

- $0 \leq \mu \leq 4$, $x_n \in [-1,1]$ 이고 x_{n+1} 은 iteration 결과임
- $\mu \geq 2$ 일 때 Chaotic 상태

■ 상관특성

type	Logistic map
실험환경	length: 2048 $\mu = 4$ 초기값: 0.40001~0.41000
Auto correlation	평균 sidelobe: 0.017612 sidelobe max 평균: 0.0760
Cross correlation	평균값: 0.017628 max 평균: 0.0804
type	Tent map
실험환경	length: 2048 $\mu = 2$ 초기값: 0.40001~0.41000
Auto correlation	평균 sidelobe: 0.017597 sidelobe max 평균: 0.0757
Cross correlation	평균값: 0.017626 max 평균: 0.0803
type	Chebyshev map
실험환경	length: 2048 $\mu = 2$ 초기값: 0.40001~0.41000
Auto correlation	평균 sidelobe: 0.017588 sidelobe max 평균: 0.0759
Cross correlation	평균값: 0.017614 max 평균: 0.0784

■ 균형특성

type	length: 2048 초기값: 0.40001~0.41000	
	-1	1
Logistic map	1025.8	1022.2
Tent map	1023.4	1024.6
Chebyshev map	1023.7	1024.3

■ 결론

- Logistic, Tent, Chebychev map을 기반으로 생성된 이진 수열들은 좋은 상관특성과 균형특성을 갖는 것을 실험을 통해 확인함.
- Chaotic map의 초기조건에 대한 민감성을 이용하여 좋은 상관특성과 균형특성을 갖는 무한히 많은 신호 집합을 생성 할 수 있음.

■ REFERENCES

- [1] H. Jiang and C. Fu, "A chaos-based high quality PN sequence generator," International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, pp. 60-64, 20-22 October 2008.
- [2] C. Li, G. Luo, K. Qin and C. Li, "An image encryption scheme based on chaotic tent map," Nonlinear Dyn., vol. 87, no. 1, pp. 127-133, 2017.
- [3] F. Liu, S. Jia, X. Xu and M. Tian, "Improved Chaotic Sequence Generation Method Based on Direct Spread Spectrum." Journal of Physics: Conference Series. vol. 1237,