

# Elementos de Comunicación Científica: Póster

Ing. Hans Igor López Chávez



# Elementos de Comunicación Científica

Ponencia Realizada en el Primer Congreso Regional de Electricidad, Electrónica y Sistemas, CREES 2009.

1



## Algoritmo para la Generación de Trazas con Características Multifractales



Ing. Hans Igor López Chávez, [hilopezc@udistrital.edu.co](mailto:hilopezc@udistrital.edu.co). Asesor: Marco Aurelio Alzate Monroy, Ph.D., [malzate@udistrital.edu.co](mailto:malzate@udistrital.edu.co)  
Maestría en Ciencias de la Información y las Telecomunicaciones, Énfasis en Teleinformática.

### Introducción

En el trabajo realizado por Leland et al. se evidenció la naturaleza autosimilar del tráfico Ethernet[1]. Específicamente se mostró que dicho tráfico es estadísticamente autosimilar; se ratificó que el grado de autosimilitud, medido en términos del parámetro de Hurst, es un indicativo de la variabilidad del tráfico; y se concluyó que los modelos que se utilizaban en su momento no eran capaces de capturar la propiedad de autosimilitud. La figura 1 muestra, a manera de ejemplo, una traza de los tiempos entre llegadas de paquetes consecutivos[3], en donde la variabilidad de los datos se mantiene en las diversas escalas mostradas.

La pregunta que surge es, en consecuencia: ¿se puede obtener un algoritmo que genere sintéticamente trazas de tráfico estadísticamente similares a las de la figura 1, de manera que un investigador pueda ajustar parámetros tales como la longitud de la traza, las estadísticas de distinto orden y la estructura de autocorrelación, para obtener un comportamiento multifractal deseado?

### Objetivo

Diseñar e implementar un algoritmo que permita generar trazas de tráfico con características multifractales para ser empleadas principalmente en modelamiento de redes de telecomunicaciones.

### Justificación y Método

El análisis multifractal se ha extendido en sus aplicaciones para proveer una técnica para el análisis de sistemas complejos, donde sus aplicaciones van desde la solución de fenómenos de turbulencia, pasando por la caracterización de series de tiempo de precipitación puntual, hasta el estudio del comportamiento del caos[2].

La investigación que se adelanta se fundamenta en la propuesta de Riedi et al. (1999), que establece un modelo wavelet multifractal coherente con las observaciones de datos reales y aplicable a la síntesis de tráfico en redes de telecomunicaciones[4]. El éxito del modelo radica en su utilidad extendible a numerosas áreas tales como procesamiento de imagen, análisis financiero y geofísica. Por estas razones el desarrollo de un algoritmo que genere trazas basadas en el modelo wavelet multifractal permitirá adelantar investigaciones en donde la consecución de millones de datos es casi imposible o por lo menos inmanejable.

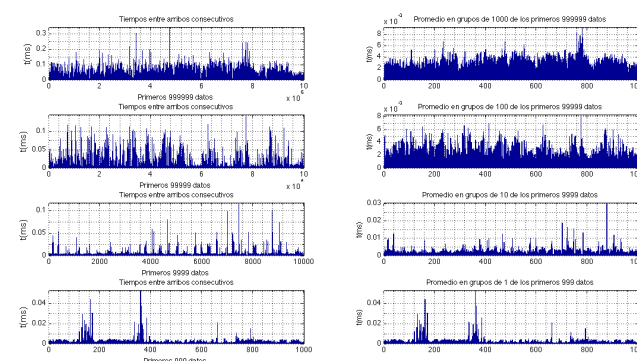


Figura 1. Trazas de tráfico moderno. La variabilidad de los datos es invariante en la escala.

### Trabajo Previo

Dentro de los múltiples trabajos adelantados al interior de los grupos de investigación GITUD e IDEAS, se destacan [5] y [6] como representantes de la experiencia adquirida y fundamento para esta y otras investigaciones futuras.

Adicionalmente se menciona la asesoría prestada por el investigador en los siguientes proyectos de grado: "Modelamiento de Tráfico para Video MPEG 4", desarrollado por el Ing. Joaquín Sánchez (2006); "Caracterización del Tráfico de Audio MPEG-1 Capa 3 (MP3)", del Ing. Diego Parra (2006); "Caracterización de Tráfico para el Estándar de Compresión de Video H263", por el Ing. Julián Meneses (2006); "Caracterización del tráfico VoIP con Referencia al Modelo ON-OFF", elaborado por el Ing. Fabio Usaquén (2008); entre otros.

### Referencias

- [1] W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger, and D. Wilson, "On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version)," *Networking, IEEE/ACM Transactions on*, vol. 2, pp. 1-15, 1994.
- [2] N. Ohregren and V. Pitaranda, "Modelo Fractal - Multifractal para el Estudio de Observables Complejos," in *Derivas de Complejidad*: Universidad del Rosario, Aceptado para Publicación, 2011.
- [3] A. SIGCOMM, "Traces available in the Internet Traffic Archive," vol. 2009, 2008.
- [4] R. H. Riedi, M. S. Grouse, V. J. Ribeiro, and R. G. Baraniuk, "A multifractal wavelet model with application to network traffic," *Information Theory, IEEE Transactions on*, vol. 45, 1999.
- [5] S. Contreras, G. Ospina, and M. Alzate, "Cascadas Conservadoras Aplicadas a la Predicción de Tráfico Multifractal," *Revista INGENIERIA*, vol. 11, 2006.
- [6] M. Alzate, "Uso de la Transformada Wavelet para el Estudio de Tráfico Fractal en Redes de Comunicaciones," *Revista INGENIERIA*, vol. 7, 2002.



# Elementos de Comunicación Científica

ALGORITMO PARA LA GENERACIÓN DE TRAZAS CON CARACTERÍSTICAS MULTIFRACTALES

ING. HANS IGOR LÓPEZ CHÁVEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES  
ÉNFASIS TELEINFORMÁTICA  
BOGOTÁ  
2011

## Algoritmo para la Generación de Trazas con Características Multifractales

Ing. Hans Igor López Chávez

Marco Aurelio Alzate Monroy, PhD.

Grupo IDEAS



### Algoritmo para la Generación de Trazas con Características Multifractales

Ing. Hans Igor López Chávez, [hilopez@udistrital.edu.co](mailto:hilopez@udistrital.edu.co). Asesor: Marco Aurelio Alzate Monroy, Ph.D., [malzate@udistrital.edu.co](mailto:malzate@udistrital.edu.co)  
Maestría en Ciencias de la Información y las Telecomunicaciones, Énfasis en Teleinformática.



### Introducción

En el trabajo realizado por Leland et al. se evidenció la naturaleza autosimilar del tráfico Ethernet[1]. Específicamente se mostró que dicho tráfico es estadísticamente autosimilar, se ratificó que el grado de autosimilitud, medido en términos del parámetro de Hurst, es un indicativo de la variabilidad del tráfico; y se concluyó que los modelos que se utilizaban en su momento no eran capaces de capturar la propiedad de autosimilitud. La figura 1 muestra, a manera de ejemplo, una traza de los tiempos entre llegadas de paquetes consecutivos[3], en donde la variabilidad de los datos se mantiene en las diversas escalas mostradas.

La pregunta que surge es, en consecuencia: ¿se puede obtener un algoritmo que genere sintéticamente trazas de tráfico estadísticamente similares a las de la figura 1, de manera que un investigador pueda ajustar parámetros tales como la longitud de la traza, las estadísticas de distinto orden y la estructura de autocorrelación, para obtener un comportamiento multifractal deseado?

### Objetivo

Diseñar e implementar un algoritmo que permita generar trazas de tráfico con características multifractales para ser empleadas principalmente en modelamiento de redes de telecomunicaciones.

### Justificación y Método

El análisis multifractal se ha extendido en sus aplicaciones para proveer una técnica para el análisis de sistemas complejos, donde sus aplicaciones van desde la solución de fenómenos de turbulencia, pasando por la caracterización de series de tiempo de precipitación puntual, hasta el estudio del comportamiento del caos[2]. La investigación que se adelanta se fundamenta en la propuesta de Riedi et al. (1999), que establece un modelo wavelet multifractal coherente con las observaciones de datos reales y aplicable a la síntesis de tráfico en redes de telecomunicaciones[4]. El éxito del modelo radica en su utilidad extendible a numerosas áreas tales como procesamiento de imagen, análisis financiero y geofísica. Por estas razones el desarrollo de un algoritmo que genere trazas basadas en el modelo wavelet multifractal permitirá adelantar investigaciones en donde la consecución de millones de datos es casi imposible o por lo menos inmanejable.

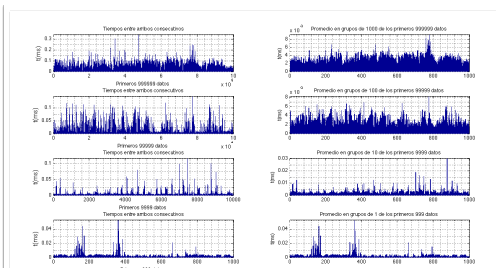


Figura 1. Trazas de tráfico moderno. La variabilidad de los datos es invariante en la escala.

### Trabajo Previo

Dentro de los múltiples trabajos adelantados al interior de los grupos de investigación GITUD e IDEAS, se destacan [5] y [6] como representativos de la experiencia adquirida y fundamento para esta y otras investigaciones futuras. Adicionalmente se menciona la asesoría prestada por el investigador en los siguientes proyectos de grado: "Modelamiento de Tráfico para Video MPEG 4", desarrollado por el Ing. Joaquín Sánchez (2006); "Caracterización del Tráfico de Audio MPEG-1 Capa 3 (MP3)", del Ing. Diego Parra (2006); "Caracterización de Tráfico para el Estándar de Compresión de Video H263", por el Ing. Julián Meneses (2006); "Caracterización del tráfico VoIP con Referencia al Modelo ON-OFF", elaborado por el Ing. Fabio Usaquén (2008); entre otros.

### Referencias

- [1] W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger, and D. Wilson, "On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version)," *Networking 1993/ACM Transactions on*, vol. 2, pp. 1-15, 1994.
- [2] N. Obregón and V. Polvarado, "Modelo Fractal - Multifractal para el Estudio de Observables Complejos," in *Actas de la Conferencia de la Red de Investigación en Telecomunicaciones*, Universidad del Rosario, Bogotá, 2001.
- [3] A. NIGCOMM, "Traces available in the Internet Traffic Archive," vol. 2009, 2009.
- [4] R. H. Riedi, M. S. Coen, V. J. Ribeiro, and R. G. Burmink, "A multifractal wavelet model with application to network traffic," *Information Theory, IEEE Transactions on*, vol. 45, 1999.
- [5] S. Contreras, G. Ospina, and M. Alzate, "Caracterización de Tráfico de Video H263," vol. 11, 2006.
- [6] M. Alzate, "Uso de la Transformada Wavelet para el Estudio de Tráfico Fractal en Redes de Comunicaciones," *Revista INGENIERÍA*, vol. 7, 2002.

Ponencia Realizada en el Primer Congreso Regional de Electricidad, Electrónica y Sistemas, CREES 2009.

### Método Alternativo para Calcular la Evolución de Señales en Tiempo Continuo

Hans I. López

Este artículo expone una solución que se utiliza con frecuencia para señales continuas. Se discuten los métodos, así como las posibles funciones Singulares. Método

Ahora considerense a todas las derivadas e integrales de la función impulso unitario como una familia de funciones, que se reconocerán como funciones singulares o elementales. La función escalón unitario [1] es, por ejemplo, obtenida al integrar la función delta de Dirac:

$$u(t) \triangleq \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases} = \int_{-\infty}^t \delta(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

Otros ejemplos de funciones singulares son: rampa unitaria,  $t(t)$ ; parábola,  $p(t)$ ; cúbica,  $c(t)$ ; muy utilizadas de señales en tiempo continuo.

Se permite encontrar la variante en el tiempo y la señal de entrada en el dominio del básicamente una respectivamente una traza [2]



# Estructura

# IMRaD



I ntroducción

M ateriales y Métodos

R esultados

a

D iscusión



# Distribución

Título

I

M

R

D



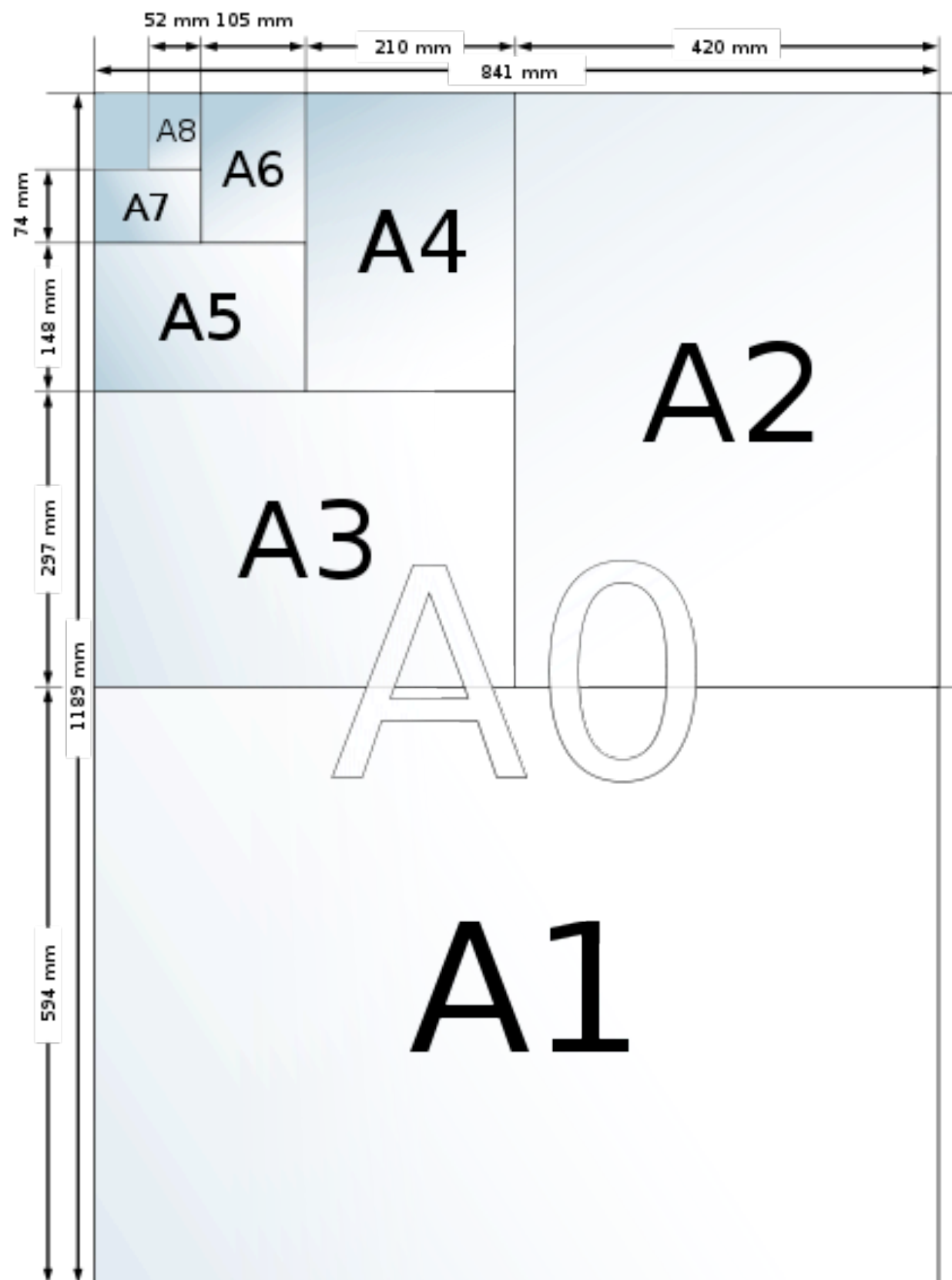
# Tamaño del Póster

A0



84.1 cm

118.9 cm





# Tamaños de Letra

120 (30mm)

Título

90-144

60 (15mm)

Encabezado

60-90

30 (8mm)

Encabezado 2

30-60

24 (6mm)

Texto

16-30



# Tipos de Letra (Título)

Arial

Helvetica

Tahoma



# Tipos de Letra (Texto)

Times New Roman

Bookman Old Style

Palatino Linotype



# Colores



Colores

Título

Texto



# Ejemplos



# Algoritmo para la Generación de Trazas con Características Multifractales

Ing. Hans Igor López Chávez, [hilopezc@udistrital.edu.co](mailto:hilopezc@udistrital.edu.co). Asesor: Marco Aurelio Alzate Monroy, Ph.D., [malzate@udistrital.edu.co](mailto:malzate@udistrital.edu.co)  
Maestría en Ciencias de la Información y las Telecomunicaciones, Énfasis en Teleinformática.

## Introducción

En el trabajo realizado por Leland et al. se evidenció la naturaleza autosimilar del tráfico Ethernet[1]. Específicamente se mostró que dicho tráfico es estadísticamente autosimilar; se ratificó que el grado de autosimilitud, medido en términos del parámetro de Hurst, es un indicativo de la variabilidad del tráfico; y se concluyó que los modelos que se utilizaban en su momento no eran capaces de capturar la propiedad de autosimilitud. La figura 1 muestra, a manera de ejemplo, una traza de los tiempos entre llegadas de paquetes consecutivos[3], en donde la variabilidad de los datos se mantiene en las diversas escalas mostradas.

La pregunta que surge es, en consecuencia: ¿se puede obtener un algoritmo que genere sintéticamente trazas de tráfico estadísticamente similares a las de la figura 1, de manera que un investigador pueda ajustar parámetros tales como la longitud de la traza, las estadísticas de distinto orden y la estructura de autocorrelación, para obtener un comportamiento multifractal deseado?

## Objetivo

Diseñar e implementar un algoritmo que permita generar trazas de tráfico con características multifractales para ser empleadas principalmente en modelamiento de redes de telecomunicaciones.

## Justificación y Método

El análisis multifractal se ha extendido en sus aplicaciones para proveer una técnica para el análisis de sistemas complejos, donde sus aplicaciones van desde la solución de fenómenos de turbulencia, pasando por la caracterización de series de tiempo de precipitación puntual, hasta el estudio del comportamiento del caos[2].

La investigación que se adelanta se fundamenta en la propuesta de Riedi et al. (1999), que establece un modelo wavelet multifractal coherente con las observaciones de datos reales y aplicable a la síntesis de tráfico en redes de telecomunicaciones[4]. El éxito del modelo radica en su utilidad extendible a numerosas áreas tales como procesamiento de imagen, análisis financiero y geofísica. Por estas razones el desarrollo de un algoritmo que genere trazas basadas en el modelo wavelet multifractal permitirá adelantar investigaciones en donde la consecución de millones de datos es casi imposible o por lo menos inmanejable.

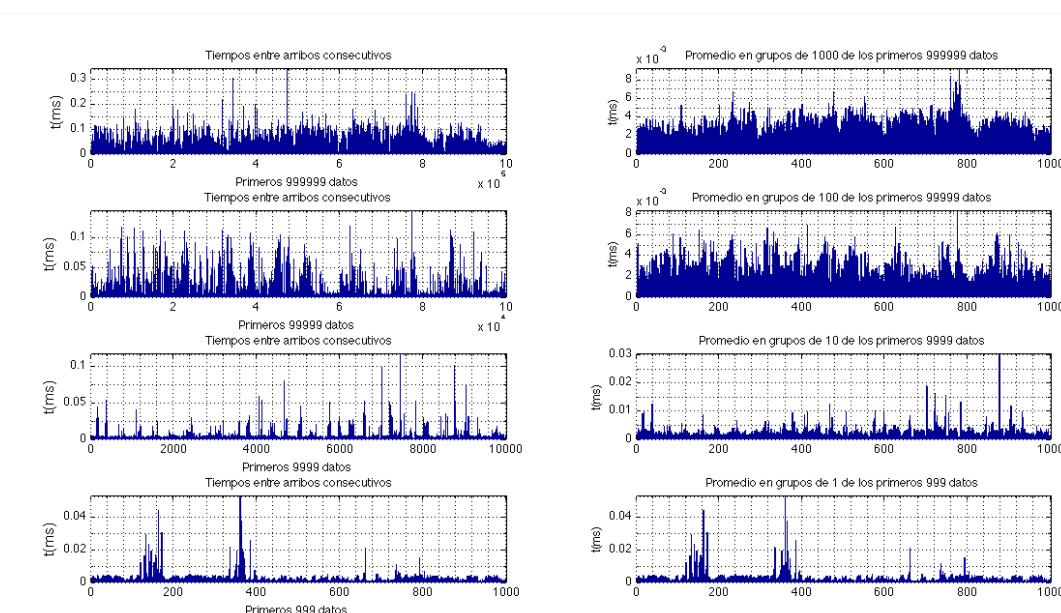


Figura 1. Trazas de tráfico moderno. La variabilidad de los datos es invariante en la escala.

## Trabajo Previo

Dentro de los múltiples trabajos adelantados al interior de los grupos de investigación GITUD e IDEAS, se destacan [5] y [6] como representantes de la experiencia adquirida y fundamento para esta y otras investigaciones futuras.

Adicionalmente se menciona la asesoría prestada por el investigador en los siguientes proyectos de grado: “Modelamiento de Tráfico para Video MPEG 4”, desarrollado por el Ing. Joaquín Sánchez (2006); “Caracterización del Tráfico de Audio MPEG-1 Capa 3 (MP3)”, del Ing. Diego Parra (2006); “Caracterización de Tráfico para el Estándar de Compresión de Video H263”, por el Ing. Julián Meneses (2006); “Caracterización del tráfico VoIP con Referencia al Modelo ON-OFF”, elaborado por el Ing. Fabio Usaquén (2008); entre otros.

## Referencias

- [1] W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger, and D. Wilson, "On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version)," *Networking, IEEE/ACM Transactions on*, vol. 2, pp. 1 - 15, 1994.
- [2] N. Obregón and V. Peñaranda, "Modelo Fractal - Multifractal para el Estudio de Observables Complejos," in *Derivas de Complejidad*: Universidad del Rosario, Aceptado para Publicación, 2011.
- [3] A. SIGCOMM, "Traces available in the Internet Traffic Archive," vol. 2009, 2008.
- [4] R. H. Riedi, M. S. Crouse, V. J. Ribeiro, and R. G. Baraniuk, "A multifractal wavelet model with application to network traffic," *Information Theory, IEEE Transactions on*, vol. 45, 1999.
- [5] S. Contreras, G. Ospina, and M. Alzate, "Cascadas Conservadoras Aplicadas a la Predicción de Tráfico Multifractal," *Revista INGENIERÍA*, vol. 11, 2006.
- [6] M. Alzate, "Uso de la Transformada Wavelet para el Estudio de Tráfico Fractal en Redes de Comunicaciones," *Revista INGENIERÍA*, vol. 7, 2002.





# ESOPHAGEAL RESECTIONS: AN INSTITUTIONAL EXPERIENCE

A. Greenwood, C. Perry, N. Steward, R.N., M.S.N., D.B. Panasuk, M.D., T.I.  
Section of Thoracic Surgery, Helen F. Graham Cancer Center, Christiana Care  
Newark, Delaware

## Abstract

The primary objective of this research study was to evaluate the charts of 150 esophageal cancer patients to create a data base including the patients' relevant information to attempt to find a correlation between variables. Numerous scientific journals state a cause and effect relationship between Barrett's Esophagus and Adenocarcinoma of the esophagus. This brought about the question of whether or not this is a connection present in Christiana Hospital's set of esophagogastrectomy patients. This study also takes into account patients' past medical history, age, sex, race, weight, smoking status, alcohol consumption, occupation, and other pertaining information to compare instances and outcomes based on their charted information. Rates of survivability, post operation, were analyzed based on tumor stage. Reasoning for conducting this experiment includes the possible chance of finding a connection between variables and esophageal cancer, which would benefit society in the future. Some findings include correlations between Adenocarcinoma and Barrett's Esophagus and Caucasian males.

## Introduction

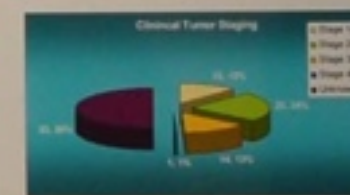
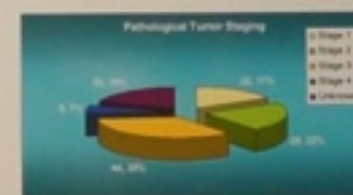
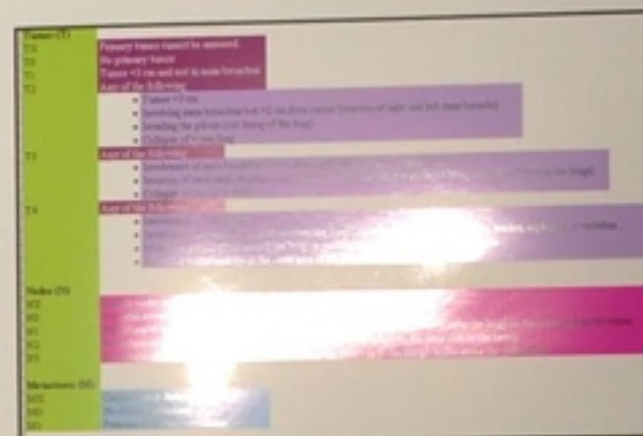
Esophageal cancer is often broken down into three categories: Squamous Cell Carcinoma, Adenocarcinoma, and Other. At Christiana Care facilities over the past five years, Squamous Cell Carcinoma has decreased in incidence, while Adenocarcinoma of the esophagus has had a dramatic increase. This phenomenon is apparent in many other parts of the United States, causing Adenocarcinoma to become the most prevalent form of esophageal cancer in the United States. This increase in occurrence has been linked to the increase in Barrett's Esophagus, tobacco and alcohol consumption, race, gender (more common in Caucasian males) and age by other studies. However, this information is not concrete due to the fact that some studies regarding esophageal cancer show no correlation among these variables and the occurrence of Adenocarcinoma of the esophagus.

Squamous Cell Carcinoma, currently the second most prevalent form of esophageal cancer in the United States, but most common worldwide, has also been linked to the factors previously mentioned, with the exception of Barrett's Esophagus.

## Methods

Once research and a comprehensive understanding of the matter have been achieved, the study will become focused on constructing the patient data-base for the esophageal cancer patients. Upon completing this data-base, analysis will be done and correlations will be examined in a statistical method. Possible explanations for the correlations will be mentioned in a study report where our findings will be presented. The data collected will include the following variables:

- Birth and Death Dates
- Diagnosed form of Esophageal Cancer
- Age, Gender, Weight, Height, Race, Occupation
- Tumor Description (stage: pathological & clinical)
- Survival Rates
- Co-Morbidities (with emphasis on Barrett's Esophagus)
- Pack Years
- Alcohol Consumption
- Relationship Status
- Number of Medications



MALE	Observed	Expected
Adeno	98	87.32
Squamous	20	30.68
		0.024997393
		SIGNIFICANT

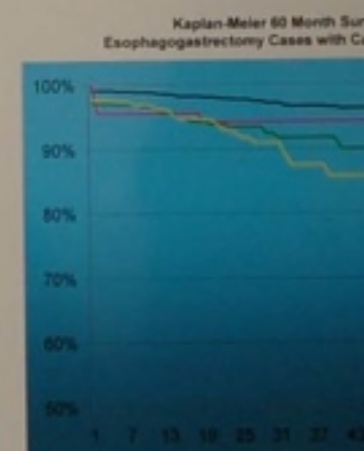
CAUCASIAN	Observed	Expected
Adeno	108	97.68
Squamous	24	34.32
		0.040178175
		SIGNIFICANT

HEAVY DRINKERS	Observed	Expected
Adeno	19	27.38
Squamous	18	9.62
		0.061684856
		SIGNIFICANT

FEMALE	Observed	Expected
Adeno	98	87.32
Squamous	20	30.68
		0.024997393
		SIGNIFICANT

AFRICAN AMERICAN	Observed	Expected
Adeno	108	97.68
Squamous	24	34.32
		0.040178175
		SIGNIFICANT

BARRETT'S	Observed	Expected
Adeno	19	27.38
Squamous	18	9.62
		0.061684856
		SIGNIFICANT



	Male	Female	Caucasian	African American	Smoker	Non-Smoker	Heavy Drinking	Moderate Drinking	Occasional Drinking	Non-Drinker	Barrett's	No Barrett's
Adenocarcinoma	98 (88.7%)	13 (11.7%)	108 (97.3%)	3 (2.7%)	82 (73.9%)	26 (26.1%)	19 (17.1%)	32 (28.8%)	37 (33.3%)	23 (20.7%)	117 (101.2%)	34 (29.4%)
Squamous Cell	20 (58.8%)	14 (41.2%)	24 (70.6%)	10 (28.4%)	20 (58.8%)	8 (23.5%)	18 (52.9%)	2 (5.9%)	9 (26.5%)	9 (26.5%)	26 (73.5%)	25 (71.5%)
No Cancer	5 (100.0%)	0 (0.0%)	5 (100.0%)	0 (0.0%)	2 (40.0%)	3 (60.0%)	1 (20.0%)	1 (20.0%)	3 (60.0%)	0 (0.0%)	5 (100.0%)	0 (0.0%)
TOTAL	123 (81.8%)	27 (18.0%)	137 (91.3%)	13 (8.7%)	110 (73.3%)	40 (26.7%)	38 (25.3%)	35 (23.3%)	49 (32.5%)	28 (18.7%)	122 (81.3%)	59 (39.3%)





# BAEC Proliferation on Variably Compliant Polyacrylamide Gels

Tracy M. Cheung, Joseph P. Califano, and Cynthia A. Reinhart-King, Ph.D.

Department of Biomedical Engineering, Cornell University, Ithaca, NY

## Abstract

The current rate of death and morbidity due to cardiovascular disease is astounding. Our research group is examining how endothelial cells proliferate in response to mechanical and chemical cues. Previous studies suggested that reduced blood flow may be linked to hardening arteries, but the exact relationship remains unclear. The chemical factors of proliferation are relatively well-defined—chemicals such as VEGF and collagen initiate proliferation. However, the mechanical cues are much less studied. In particular, I am interested in understanding how the mechanics of the extracellular environment affect endothelial cell proliferation. To study the relationship between tissue stiffness and cell proliferation, variably compliant polyacrylamide (PA) gels are first synthesized in the lab and derivatized with collagen. The least stiff gels represent healthy tissue, while the stiffer gels represent tissue that has experienced hardening. After seeding bovine aorta endothelial cells (BAEC) on the gels, the number of cells per gel can be determined through microscopic imaging. Repeated experiments performed in the lab indicate that gel stiffness affects both the number of cells that adhere after plating and the rate of proliferation. This gives us a better understanding of the relationship between tissue stiffness, protein adhesion, and cell proliferation.

...ure sparse and equal cell populations at

...nce affects total BAEC proliferation.

...between substrate stiffness and rates of

...ss coverslips

...e synthesized with a  
...0, 5000, or 10000 Pa

...ml of collagen I

...that each gel had

...24,

...se-

...a

## Results

### Similar Cell Adherence 24 Hours After Seeding

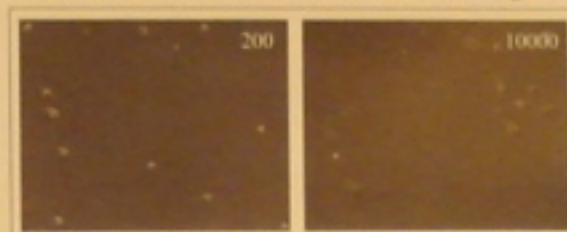


Figure 1 (left): PA gels at 24 hours exhibit similar cell adherence

### Stiff Substrates Encourage BAEC Proliferation

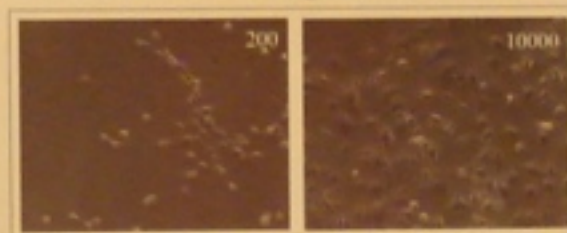


Figure 2 (left): PA gels at 200 Pa exhibits less cell proliferation than the stiffer 10,000 Pa gel

### Average Cell Count on Variably Compliant Polyacrylamide Gels

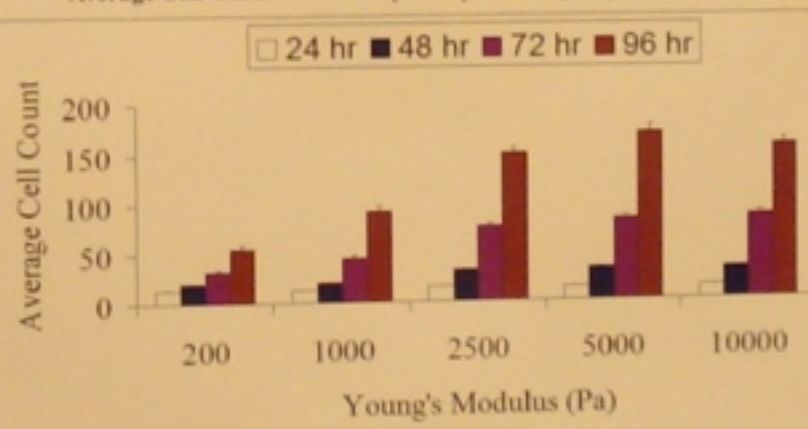


Figure 3 (above): The average cell count on each PA gel over four days

### Rate of Cell Proliferation for Various Gel Compliances

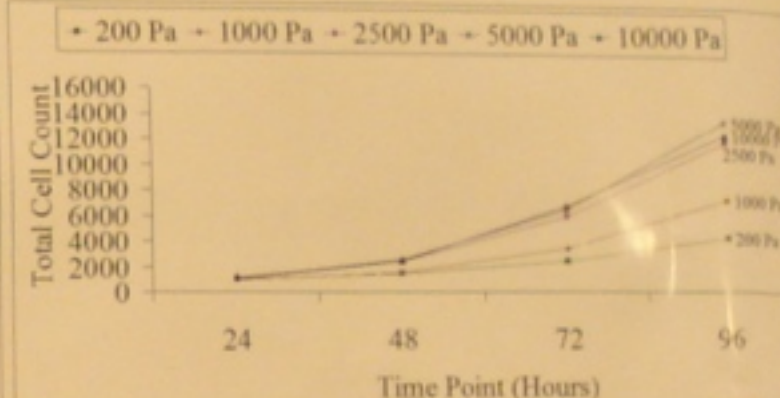


Figure 4 (above): The total cell count and rate of cell growth over four days

## Analysis

•Figure 1 shows that cell seeding was performed at levels that allowed for equal attachment at 24 hours. This data can also be seen graphically in Figure 3.

•By observation, at the final time point of 96 hours, it is clear that stiffer substrates lead to total cell counts than the most compliant substrates (Figure 2).

•For all five PA gel compliances, there is an increase in total cell count each day.

•Figure 4 uses a line graph to illustrate total cell counts. It also shows that gel stiffness affects the rate of cell proliferation, as evidenced by the slopes of the lines.

## Conclusions

1. Higher gel compliance results in affects the total proliferation of BAECs
2. Stiff substrates result in higher rates of BAEC proliferation

## Future Work

1. Because cells adhere to the substrate with the aid of collagen, I will be working on varying the collagen concentration. Specifically, it will be decreased from 100  $\mu\text{g/mL}$  to 1  $\mu\text{g/mL}$ .
2. It is hypothesized that certain cell pathways are activated by a cell's ability to sense its environment. By using a technique called Traction Force Microscopy (TFM), I can measure cells' responses to mechanical cues as they advance through the cell cycle. The cellular traction data coupled with specific time points in the cell cycle will provide important insight into the mechanisms of cell division.



# At the crossroads of plastid evolution: tetrapyrroles & intracellular signalling

Lauren Wagner and Heather Rissler  
Carleton College, Department of Biology, Northfield, MN

## Introduction

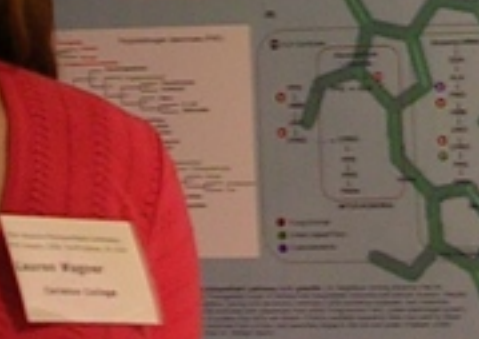
The tetrapyrrole (heme and chlorophyll) biosynthetic pathways are responsible for photosynthesis and other vital functions. In the chloroplast, the pathway is regulated by the GUN1 protein, which is a key component of the GUN1 signaling pathway. In the cytosol, the pathway is regulated by the GUN2 protein, which is a key component of the GUN2 signaling pathway. The GUN1 and GUN2 proteins are thought to have evolved from a common ancestor, but they have diverged significantly in function and structure. This poster will discuss the evolution of these pathways and the role of GUN1 and GUN2 in regulating tetrapyrrole biosynthesis.

## Regulation of tetrapyrrole biosynthesis



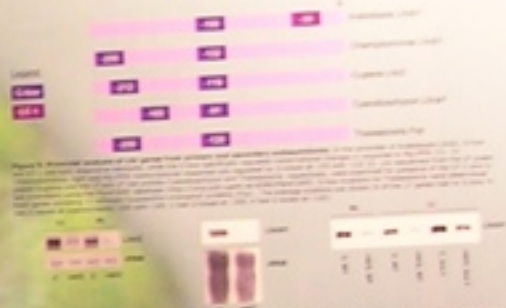
The GUN1 and GUN2 proteins are thought to have evolved from a common ancestor, but they have diverged significantly in function and structure. This poster will discuss the evolution of these pathways and the role of GUN1 and GUN2 in regulating tetrapyrrole biosynthesis. The GUN1 protein is a nuclear protein that regulates the GUN2 protein, which in turn regulates the GUN4 protein. GUN4 is a plastid protein that regulates the GUN5 protein, which is also a plastid protein. The GUN5 protein is thought to be a key component of the GUN5 signaling pathway, which is involved in the regulation of tetrapyrrole biosynthesis.

## Organelle acquisition & compartmentalization of tetrapyrrole biosynthesis



The GUN1 and GUN2 proteins are thought to have evolved from a common ancestor, but they have diverged significantly in function and structure. This poster will discuss the evolution of these pathways and the role of GUN1 and GUN2 in regulating tetrapyrrole biosynthesis. The GUN1 protein is a nuclear protein that regulates the GUN2 protein, which in turn regulates the GUN4 protein. GUN4 is a plastid protein that regulates the GUN5 protein, which is also a plastid protein. The GUN5 protein is thought to be a key component of the GUN5 signaling pathway, which is involved in the regulation of tetrapyrrole biosynthesis.

## Tetrapyrrole-mediated intracellular signal transduction



The GUN1 and GUN2 proteins are thought to have evolved from a common ancestor, but they have diverged significantly in function and structure. This poster will discuss the evolution of these pathways and the role of GUN1 and GUN2 in regulating tetrapyrrole biosynthesis. The GUN1 protein is a nuclear protein that regulates the GUN2 protein, which in turn regulates the GUN4 protein. GUN4 is a plastid protein that regulates the GUN5 protein, which is also a plastid protein. The GUN5 protein is thought to be a key component of the GUN5 signaling pathway, which is involved in the regulation of tetrapyrrole biosynthesis.

## Discussion

The GUN1 and GUN2 proteins are thought to have evolved from a common ancestor, but they have diverged significantly in function and structure. This poster will discuss the evolution of these pathways and the role of GUN1 and GUN2 in regulating tetrapyrrole biosynthesis. The GUN1 protein is a nuclear protein that regulates the GUN2 protein, which in turn regulates the GUN4 protein. GUN4 is a plastid protein that regulates the GUN5 protein, which is also a plastid protein. The GUN5 protein is thought to be a key component of the GUN5 signaling pathway, which is involved in the regulation of tetrapyrrole biosynthesis.

## References & Acknowledgements

References and Acknowledgements section containing a list of cited works and acknowledgments.

Lauren Wagner  
Carleton College



# Bibliografía

Davis, M. (2004). *Poster Presentations Scientific Papers and Presentations* (2 ed., pp. 191-204): Academic Press.

Day, R., & Gastel, B. (2006). *How to Write and Publish a Scientific Paper* (6 ed.): Greenwood.

Körner, A. (2008). *Guide to Publish a Scientific Paper* (1 ed.): Routledge.