

Desarrollo del software de la primera estación meteorológica de origen cubano. Su uso en el análisis de los efectos del cambio climático en la industria agrícola.

Lázaro Andrés O’Farrill Nuñez

Estudiante de pregrado de ingeniería biomédica

Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” CUJAE

<https://orcid.org/0000-0002-1146-2775>

Tutores: DrC. Ivón Oristela Benítez

Fac. Automática y Biomédica

Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” CUJAE

lol@lol.com

Resumen—The following work aims to develop the software of the first weather station of Cuban origin, integrating hardware and software that allows capturing and recording meteorological variables such as data on temperature, humidity, atmospheric pressure, etc., in order to analyze and manage data climate change statistics on agricultural processes.

Palabras Clave—weather station, climate change, meteorological variables, agricultural processes

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, afecta a diferentes sectores de la economía, siendo el sector agrícola uno de los más afectados cada año. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y pestes. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura, amenazando la seguridad alimentaria mundial. Por estos motivos es necesario realizar estudios estadísticos y realizar análisis sobre las variables meteorológicas.

Una estación meteorológica, es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico.

El exsecretario general de la Organización Meteorológica afirma: Una estación meteorológica es el lugar en el que se realizan observaciones del comportamiento de la atmósfera y del medio ambiente. La recopilación de datos emitidos por el instrumental meteorológico y su posterior análisis y estudio permitirán la caracterización espacial y temporal de los fenómenos atmosféricos, así como la realización de un diagnóstico de la situación atmosférica en un momento dado. En función a la estación meteorológica se definen tres parámetros fundamentales: humedad, presión atmosférica y temperatura, además de un conjunto de otras variables meteorológicas que interactúan entre sí.

II. FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO I+D+I

A. Antecedentes

El interés de la humanidad por tratar de predecir el clima es prácticamente tan antiguo como la civilización. En la época moderna la invención del telégrafo permitió llevar la predicción del clima a una velocidad nunca antes vista. A medida que se expandió el telégrafo a través de los Estados Unidos fue creada una red vigilancia meteorológica sobre su infraestructura [1].

No fue hasta el siglo XX que los avances en la física atmosférica llevaron a fundar los sistemas de predicción meteorológica numéricos. En su libro, “Weather prediction by numerical process” [2], Lewis Fry Richardson señala como pequeñas diferencias en los fluidos atmosféricos pueden ser ignorados.

Durante la intervención de Estados Unidos en Cuba el Buró de Tiempo de Washington fabrica en la loma de Casablanca una estación meteorológica auxiliar. En 1904 el presidente cubano Tomás Estrada Palma decreta fundar un observatorio cubano. Por oposición la plaza de subdirector del observatorio es ocupada por el Ingeniero Civil, Arquitecto, Dr. en Ciencias Físicas, Dr. en Ciencias Naturales y Dr. en Ciencias Marítimas José Carlos Millas Hernández. Una vez ocupada esta posición creó una red de observadores basada en el telégrafo.

Este fue el estado de la meteorología hasta 1944, año en que el control del sistema meteorológico pasa a la marina. En este período se crean varias nuevas estaciones y con operarios capacitados a lo largo de Cuba [3].

B. Estado del arte

Hay un gran número de compañías desarrollando estaciones meteorológicas. Sin embargo estas tienen a menudo un elevado coste, o solo son capaces de medir un número muy limitado de variables. Los fabricantes de estaciones más populares como Vantage Pro y Libellium tienen unidades básicas con un coste superior a los siete mil dólares (\$7,000) [?].

La relativamente alta popularidad de la que gozan estos equipos recientemente se debe en gran medida a la amenaza cada vez más real del cambio climático [6, 7, 8, 9]. A lo largo de todo el mundo las impredecibles variaciones climatológicas amenazan con provocar una crisis alimentaria nunca antes vista[10, 11].

En la sede de la MIPYME ESPOLETA Tecnologías S.R.L.se encuentran todos los materiales necesarios para la fabricación y programación del equipo.

Tabla I
GASTOS POR CONCEPTO SALARIAL Y DE SEGURIDAD SOCIAL.

trabajador	sal/mensual	sal/diario	dias/invest.	sal/basico	sal/comp	seg/soc
Tutor 1	6940	289.17	80	23133.33	2102.82	3533.06
Tutor 2	6940	289.17	80	23133.33	2102.82	3533.06
Aspirante 1	400	16.67	120	2000	181.80	305.45
Aspirante 2	400	16.67	120	2000	181.80	305.45

B. Recursos humanos

El trabajo se realizará durante un período de un año (12 meses). Para la realización de este proyecto se cuenta con dos tutores los cuales estarán encargados del asesoramiento de este Trabajo de Diploma y con dos aspirantes. La Tabla I presenta los gastos de salario correspondientes a los participantes, así como los días dedicados por cada uno. El siguiente análisis corresponde a los meses comprendidos desde enero de 2021 hasta diciembre de 2021. La forma de calcular los salarios básicos (SB) aparece en 1.

$$SB = \sum_i^n A_i * B_i \quad (1)$$

donde:

n: Número total de participantes

Ai: Días dedicados a las investigación por participantes.

Bi: Salario diario por participantes (igual al salario mensual dividido por 24).

C. Recursos materiales

La Tabla II muestra los recursos materiales empleados y sus respectivos precios.

Tabla II
GASTOS POR MATERIALES DIRECTOS

Dispositivo	Cant	Precio USD	Precio CUP
Laptop	1	700	16800
ESP32	2	3	72
Arduino Nano	2	2	48
DHT22	1	0.50	12
Totales	4	705.50	16932

D. Recursos financieros complementarios

La Tabla III muestra los gastos totales.

Tabla III
GASTOS TOTALES

Gastos Totales	Cant. CUP
OTROS GASTOS	0
COSTO INDIRECTO	61009.98
COSTO DIRECTO	70896.64
COSTO TOTAL (CT)	131906.62

El Salario Complementario 2 es 9.09 % del salario total anual:

$$SC = 0,0909 * SB \quad (2)$$

La Seguridad Social 3 es 14 % del total de los salarios:

$$SS = 0,14 * (SB + SC) \quad (3)$$

Entonces el costo directo de la investigación está dado por 4.

$$CD = SB + SC + SS + MD + DP + OG \quad (4)$$

El costo indirecto estimado está dado por 5.

$$CI = 1,4063 * SB \quad (5)$$

Finalmente el costo total estimado de la investigación está dado por 6.

$$CT = CD + CI \quad (6)$$

E. Alcance de investigación

Científico-técnico: El trabajo de investigación abordará el diseño, desarrollo e implementación de la primera estación meteorológica en nuestro país.

Económico: El costo del proyecto es mucho menor que los encontrados actualmente en la industria meteorológica, la cual se caracteriza por sus prohibitivos precios. Su desarrollo contribuirá a tener una mayor independencia tecnológica para el sector agrícola.

REFERENCIAS

- [1] "Thomas Jefferson and the telegraph: highlights of the U.S. weather observer program | NOAA Climate.gov," <http://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/thomas-jefferson-and-telegraph-highlights-us-weather-observer>.
- [2] L. F. Richardson, *Weather Prediction by Numerical Process*. Cambridge, The University press, 1922.
- [3] H. d. I. M. en Cuba, "Historia de la Meteorología en Cuba - EcuRed," https://www.ecured.cu/Historia_de_la_Meteorolog%C3%ADa_en
- [4] G. F. L. R. Bernardes, R. Ishibashi, A. A. S. Ivo, V. Rosset, and B. Y. L. Kimura, "Prototyping low-cost automatic weather stations for natural disaster monitoring," *Digital Communications and Networks*, May 2022.
- [5] G. T. Netto and J. Arigony-Neto, "Open-source Automatic Weather Station and Electronic Ablation Station for measuring the impacts of climate change on glaciers," *HardwareX*, vol. 5, p. e00053, Apr. 2019.
- [6] A. Zizinga, J.-G. M. Mwanjalolo, B. Tietjen, B. Bedadi, H. Pathak, G. Gabiri, and D. Beesigamukama, "Climate change and maize productivity in Uganda: Simulating the impacts and alleviation with climate smart agriculture practices," *Agricultural Systems*, vol. 199, p. 103407, May 2022.
- [7] M. J. Ahmad, G.-h. Cho, and K. S. Choi, "Historical climate change impacts on the water balance and storage

- capacity of agricultural reservoirs in small ungauged watersheds,” *Journal of Hydrology: Regional Studies*, vol. 41, p. 101114, Jun. 2022.
- [8] F. Tao, L. Zhang, Z. Zhang, and Y. Chen, “Climate warming outweighed agricultural managements in affecting wheat phenology across China during 1981–2018,” *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 316, p. 108865, Apr. 2022.
- [9] A. Apraku, J. F. Morton, and B. Apraku Gyampoh, “Climate change and small-scale agriculture in Africa: Does indigenous knowledge matter? Insights from Kenya and South Africa,” *Scientific African*, vol. 12, p. e00821, Jul. 2021.
- [10] M. A. Ibrahim and M. Johansson, “Combating climate change – What, where and how to implement adaptive measures in the agriculture sector of Öland, Sweden, keeping in view the constraints of carrying capacities and risk of maladaptation,” *Land Use Policy*, vol. 122, p. 106358, Nov. 2022.
- [11] H. Guo, Y. Xia, J. Jin, and C. Pan, “The impact of climate change on the efficiency of agricultural production in the world’s main agricultural regions,” *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 97, p. 106891, Nov. 2022.