



ANÁLISIS DE FLUCTUACIÓN TÉRMICA Y PERSPECTIVAS EN VESTIMENTA INTELIGENTE

Benitez Javier; García-Hierro, Javier

Tutores: Barreiro, Pilar

Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

javier.benitez@upm.es; j.hierro@cenim.csic.es

RESUMEN

La monitorización de parámetros biológicos es cada día más empleada en el ámbito médico, deportivo (atletismo, ciclismo, montañismo) y profesional.

En este trabajo presentamos un estudio realizado, empleando tarjetas de adquisición de temperatura TURBOTAG, que almacenan hasta 700 datos que se pueden transferir al PC a través de un lector RF. Estas tarjetas se facilitaron a 15 alumnos de doctorado y las mantuvieron pegadas a la piel o en el bolsillo de alguna de sus prendas, durante 3 días.

Tras analizar los datos obtenidos, se puede observar que la temperatura tiene oscilaciones ocasionadas por los cambios externos de temperatura, pero en ocasiones esas fluctuaciones pueden producirse por variaciones anómalas de la temperatura corporal.

El concepto de traje inteligente surge ante la posibilidad de englobar la sensórica apropiada y la tecnología capaz de procesar la señal, acondicionarla y almacenarla o transmitirla de forma inalámbrica a un PC o una PDA, y además emplear nuevos textiles especialmente diseñados.

Palabras clave: actividad metabólica, espacio de fase, sensor inteligente

INTRODUCCIÓN

El concepto de traje inteligente surge en Japón en 1989 (Van Langenhove, 2002) ante la idea de aumentar las prestaciones en la calidad de la industria textil. Así se piensa en dar un valor añadido al concepto tradicional de prenda de vestir; integrar sensórica, aparatos de seguimiento y control, e incluso de actuación, para dar un mayor confort al individuo. Del mismo modo, su aplicación en el mundo de la medicina ha recibido gran acogida. En una sociedad cada vez más concienciada con el bienestar y la salud, la aplicación de este tipo de tecnología tiene un gran potencial (Van Langenhove, 2002).

El cuerpo humano presenta una enorme variabilidad entre individuos, no sólo en relación a la conformación física, temperamental o intelectual, sino en la propia "maquinaria" interna del individuo. De esta manera, es posible encontrar individuos que respondan de forma diferente a procesos comunes, tales como los metabólicos. Así, y debido al intercambio calórico que se da en estos procesos, se obtienen variaciones, a lo largo del día, en la temperatura corporal del ser humano.

Este trabajo trata de estudiar y definir estos patrones de variación, así como la forma en la que se relacionan con los procesos metabólicos para unos condicionantes externos parecidos. Con este fin, se realizó un ensayo con 15 individuos durante un periodo de 3 días, en el cual, los participantes, debían llevar colocados un sensor térmico adherido, o lo más cercano posible, a la piel y en el torso del cuerpo.

En este trabajo realizamos un análisis de la variación de la temperatura corporal, así como la velocidad de cambio o gradiente de temperatura. El rango de temperatura corporal (diferencia entre el valor mínimo y el valor máximo), así como la velocidad de cambio son un indicador del estrés térmico que sufre una persona a lo largo del día.



MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del Experimento. El experimento se llevó a cabo en Noviembre de 2009 entre un grupo de 15 estudiantes pertenecientes al máster de Agroingeniería de la E.T.S.I. Agrónomos, en un rango de edad entre los 25 y 35 años y que realizaban actividades similares (estudiantes), con horarios parecidos. De esta manera, se podría decir que la componente externa (clima, rango de edad) era muy parecida para todos, y por lo tanto, la variación de temperaturas estaría en directa relación con el metabolismo de cada individuo.

Las tarjetas TurboTag debían estar colocadas, preferentemente, en contacto con la piel y en la parte posterior del torso. Si bien es cierto que, debido a la incomodidad que esto representa, muchos colocaron el sensor en lugares cercanos de contacto, esto es, bolsillos, carteras y camisas. Para mayor precisión, las tarjetas deberían ser llevadas las 24 horas del día.

A cada participante se le entregó una tarjeta TurboTag y un cuaderno de notas, de forma que pudieran anotar la actividad que estaban realizando en cada momento. Se debe tener en cuenta que la precisión del experimento dependía, en gran medida, de la predisposición de los participantes a realizar el experimento.

Imagen 1. Tarjeta RFID



Tarjetas RFID semipasivas (TurboTag Sealed Air Inc). Hemos usado tarjetas con tecnología RFID capaces de almacenar hasta 700 datos de Temperatura con una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Estas tarjetas del tamaño de una tarjeta de crédito, operan en la banda de los 13.56 MHz y los datos pueden ser transferidos a un PC a través de un receptor conectado vía USB.

Procesado de los datos. Los datos de temperatura obtenidos, son procesados empleando el algoritmo de Savitzky-Golay de orden 0 para obtener una línea de tendencia suavizada para la variación de temperatura. A su vez, se emplea el mismo algoritmo pero de orden 1, para calcular la derivada de la temperatura frente al tiempo, es decir, el gradiente de temperatura. Estos cálculos son realizados usando la rutina Savgol de Matlab (Versión 7.0 Mathworks Inc, 2004). Otro dato de interés es el cálculo del área del polígono que resulta de unir los puntos límite de la representación Gradiente de Temperatura-Temperatura. Éste área se obtiene empleando la rutina Convhull de Matlab.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 15 conjuntos de datos obtenidos de cada alumno, hemos elegido dos casos en los que el individuo llevó la TurboTag pegada al cuerpo durante todo el día.

Usamos los datos obtenidos entre los días 19 y 22 de Noviembre de 2010 de las tarjetas número 1 y número 84. La frecuencia de grabación es de un dato de temperatura cada 6 minutos hasta un total de 700 entradas.

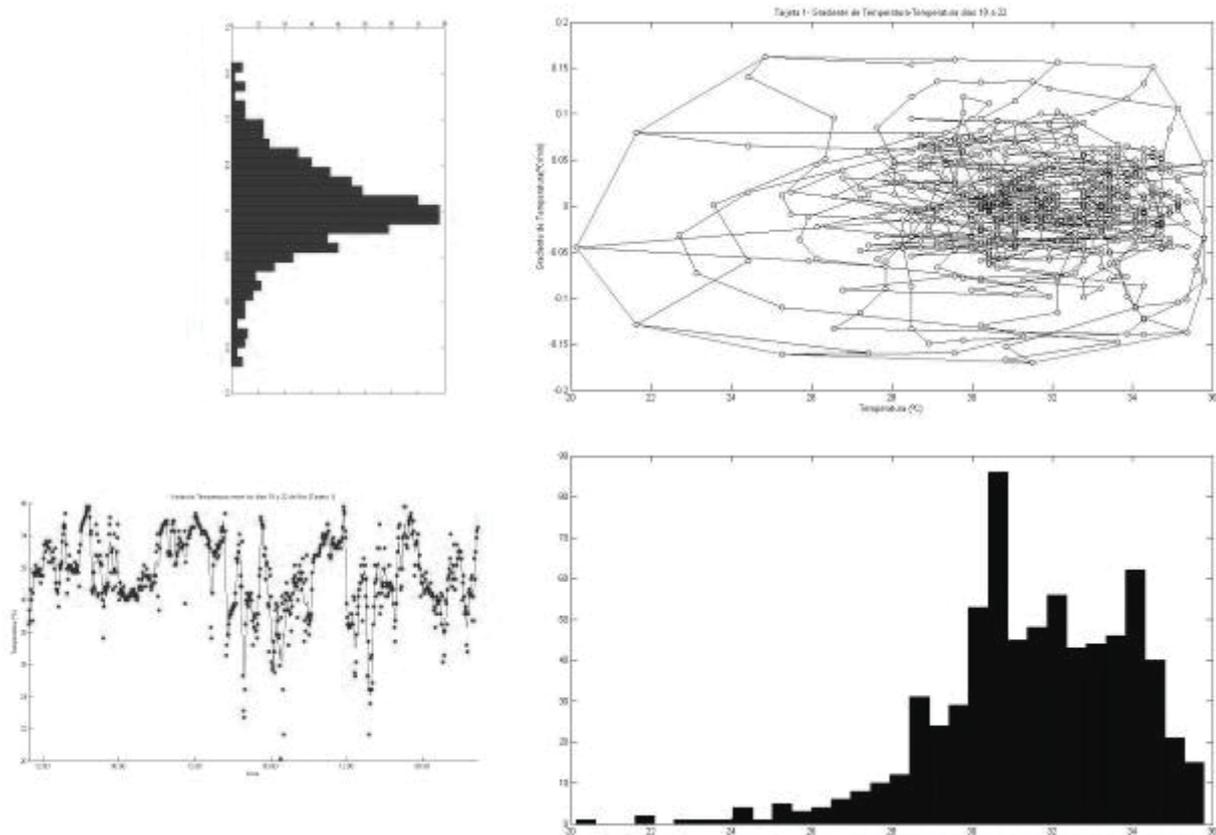
Tabla 1. Datos obtenidos para dos individuos

	Tarjeta 1	Tarjeta 84
Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$)	20.1	22.5
Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)	35.8	36.0
Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$)	31.5	32.0
Desviación estándar ($^{\circ}\text{C}$)	2.4	1.9
Área del polígono ($^{\circ}\text{C}^2/\text{min}$)	26.4	9.9



Como podemos observar en la Tabla 1, los valores de temperatura máxima, mínima y media para ambos individuos son muy similares, ya que estuvieron sometidos a condiciones ambientales parecidas. Sin embargo destaca que la desviación típica y el área del polígono, del individuo que llevó la tarjeta 1 son significativamente mayores que las del individuo que llevó la tarjeta 84.

Figura 1. Representación de las fluctuaciones de temperatura Tarjeta número 1.

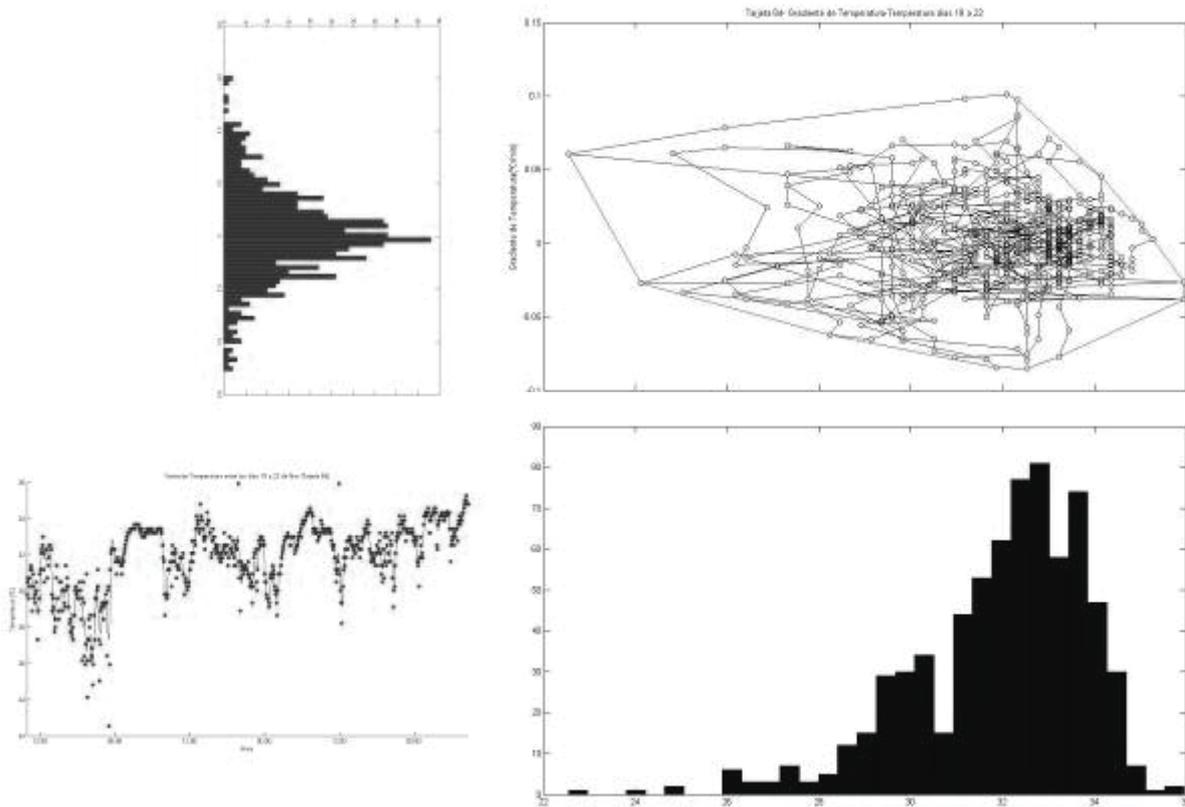


En el gráfico principal de la Figura 1 (arriba derecha) se representa el diagrama Gradiente de Temperatura (°C/min)-Temperatura (°C). En el histograma de frecuencia del Gradiente de Temperatura (arriba izquierda) observamos que la nube de puntos se concentra sobre todo en la zona en que el gradiente o velocidad de cambio de la temperatura es 0 (temperatura estable), pero se extiende desde una velocidad de -0.2 a 0.2 °C/min. En el histograma de frecuencia de Temperaturas vemos cómo hay dos zonas de más estabilidad alrededor de las cuales fluctúa con más frecuencia (30°C y 34°C) y que el individuo ha sufrido cambios de temperatura entre los 20°C y los 36°C. En el diagrama Temperatura-Tiempo, los puntos indican las temperaturas reales medidas y la línea representa la tendencia calculada empleando la rutina Savgol.

En la Figura 2, se aprecian diferencias con respecto al individuo anterior: El diagrama Gradiente de Temperatura-Temperatura (arriba derecha) es más compacto, sobre todo a lo largo del eje y, lo que indica que la velocidad de cambio es mucho menor que la observada en el individuo anterior. Esto también se puede apreciar en su histograma de frecuencias de Gradiente de Temperatura (arriba izquierda). El histograma de frecuencias de Temperaturas (abajo derecha) también presenta dos zonas de más estabilidad (30°C y 32°C), pero de forma menos acusada que en el otro individuo. En el diagrama de variación de Temperatura a lo largo del tiempo (abajo izquierda), también se aprecia claramente que la temperatura es más estable en este individuo que en el caso anterior.



Figura 2. Representación de las fluctuaciones de temperatura Tarjeta número 84.



CONCLUSIONES

En vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que existe variabilidad térmica entre individuos producida por los procesos metabólicos propios. Por lo tanto sería interesante la implementación de este tipo de análisis del estrés térmico en el desarrollo de trajes inteligentes, de forma que un simple sensor de temperatura se convierta en un sensor metabólico y tengan la capacidad de controlar el calor perdido o absorbido a través de los tejidos.

AGRADECIMIENTOS

A todos los alumnos del curso de Master Agroingeniería de la E.T.S.I.Agrónomos (curso 2009-2010) por su inestimable colaboración en este experimento.

BIBLIOGRAFÍA

- Axisa F., Dittmar A. and Delhomme G. ,2003. Smart Clothes for the Monitoring in Real and Conditions of Physiological, emotional and sensorial reactions of Humans. Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun.
- Van Langenhove L. and Hertleer C. ,2002. Smart clothing: a new life. International Journal of Clothing Science and Technology (Vol 22)