

Contents

Clase 7: Control Estadístico de Procesos (CEP)

1. Objetivos Específicos de la Clase

- Comprender los fundamentos del Control Estadístico de Procesos (CEP).
- Identificar las herramientas básicas del CEP: gráficos de control.
- Saber cómo interpretar gráficos de control (X-barra, R, etc.) para detectar variaciones en un proceso.
- Aplicar CEP para monitorear y controlar la calidad en el desarrollo de software.
- Entender los límites de control y cómo calcularlos.

2. Contenido Teórico Detallado

2.1 Introducción al Control Estadístico de Procesos (CEP)

El Control Estadístico de Procesos (CEP) es un método para monitorear y controlar un proceso utilizando técnicas estadísticas. Su objetivo es detectar y prevenir variaciones que puedan afectar la calidad del producto o servicio. En el contexto del desarrollo de software, el CEP puede ayudar a garantizar la consistencia y la calidad en diferentes etapas del ciclo de vida del software. Se basa en la idea de que todo proceso tiene una variación inherente (causas comunes) y variaciones especiales (causas asignables) que deben ser identificadas y eliminadas.

2.2 Herramientas del CEP: Gráficos de Control

Los gráficos de control son la principal herramienta del CEP. Son representaciones gráficas de los datos de un proceso a lo largo del tiempo, que permiten visualizar la variabilidad y detectar patrones inusuales. Los gráficos de control tienen una línea central (CL), un límite de control superior (UCL) y un límite de control inferior (LCL).

- **Línea Central (CL):** Representa el promedio del proceso durante un período de tiempo.
- **Límite de Control Superior (UCL):** Representa el límite superior de la variación esperada del proceso.
- **Límite de Control Inferior (LCL):** Representa el límite inferior de la variación esperada del proceso.

2.3 Tipos de Gráficos de Control

Existen diferentes tipos de gráficos de control, dependiendo del tipo de datos que se están analizando. Los más comunes son:

- **Gráfico X-barra y R:** Se utiliza para monitorear la media (X-barra) y el rango (R) de un proceso. El gráfico X-barra muestra la variación de las medias de las muestras, mientras que el gráfico R muestra la variación de los rangos de las muestras. Son adecuados cuando se toman subgrupos de datos.
- **Gráfico X-barra y S:** Similar al gráfico X-barra y R, pero utiliza la desviación estándar (S) en lugar del rango. Es más preciso que el gráfico R para tamaños de muestra más grandes.
- **Gráfico de Individuos (X) y Rango Móvil (MR):** Se utiliza cuando se tienen mediciones individuales en lugar de subgrupos de datos.
- **Gráfico p:** Se utiliza para monitorear la proporción de elementos defectuosos en una muestra. (Datos atributos)
- **Gráfico c:** Se utiliza para monitorear el número de defectos por unidad. (Datos atributos)
- **Gráfico u:** Se utiliza para monitorear el número de defectos por unidad, cuando el tamaño de la unidad varía. (Datos atributos)

2.4 Interpretación de Gráficos de Control

La interpretación de los gráficos de control implica identificar patrones inusuales que puedan indicar que el proceso está fuera de control. Algunos de estos patrones incluyen:

- **Puntos fuera de los límites de control:** Un punto por encima del UCL o por debajo del LCL indica que el proceso está fuera de control.

- **Tendencias:** Una serie de puntos que se mueven en una dirección ascendente o descendente puede indicar un cambio en el proceso.
- **Ciclos:** Patrones repetitivos en los datos pueden indicar una causa cíclica de variación.
- **Aglomeraciones:** Una serie de puntos cerca de la línea central o cerca de los límites de control puede indicar una causa especial de variación.
- **Regla de los ocho:** Ocho puntos consecutivos por encima o por debajo de la línea central.

2.5 Cálculo de Límites de Control

El cálculo de los límites de control depende del tipo de gráfico de control que se está utilizando. A continuación, se muestra el cálculo para el gráfico X-barra y R:

- **Gráfico X-barra:**
 - $CL = \bar{\bar{X}}$ (promedio de las medias de las muestras)
 - $UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ (A_2 es una constante que depende del tamaño de la muestra)
 - $LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$
- **Gráfico R:**
 - $CL = \bar{R}$ (promedio de los rangos de las muestras)
 - $UCL = D_4 * \bar{R}$ (D_4 es una constante que depende del tamaño de la muestra)
 - $LCL = D_3 * \bar{R}$ (D_3 es una constante que depende del tamaño de la muestra)

Los valores de las constantes A_2 , D_3 y D_4 se obtienen de tablas estadísticas.

2.6 Aplicación del CEP en el Desarrollo de Software

El CEP se puede aplicar en diferentes etapas del ciclo de vida del desarrollo de software, tales como:

- **Número de defectos encontrados en las pruebas:** Monitorear el número de defectos encontrados durante las pruebas para identificar áreas problemáticas en el código.
- **Tiempo de respuesta del sistema:** Monitorear el tiempo de respuesta del sistema para asegurar que cumple con los requisitos de rendimiento.
- **Tamaño del código (líneas de código):** Monitorear el tamaño del código para controlar la complejidad y evitar el "code bloat".
- **Tiempo de ciclo de desarrollo:** Monitorear el tiempo que lleva completar diferentes etapas del desarrollo para identificar cuellos de botella.
- **Esfuerzo de desarrollo:** Monitorear el esfuerzo (horas de trabajo) requerido para completar tareas específicas.

3. Ejemplos o Casos de Estudio

Caso de Estudio: Monitoreo del Tiempo de Resolución de Bugs

Una empresa de desarrollo de software utiliza un gráfico de control X-barra y R para monitorear el tiempo promedio de resolución de bugs. Recolectan datos sobre el tiempo que tarda el equipo en resolver un lote de bugs durante cada sprint. Después de analizar los datos, observan que algunos puntos están fuera de los límites de control, lo que indica que hay variaciones significativas en el tiempo de resolución de bugs. Tras investigar, descubren que estas variaciones se deben a la complejidad de los bugs y a la disponibilidad de los expertos. Para abordar este problema, deciden implementar un sistema de clasificación de bugs por complejidad y asignar los bugs más complejos a los expertos. También implementan un sistema de gestión de la carga de trabajo para asegurar que los expertos no estén sobrecargados. Después de implementar estas medidas, observan que el proceso se vuelve más estable y el tiempo de resolución de bugs se reduce significativamente.

4. Problemas Prácticos o Ejercicios con Soluciones

Problema 1:

Se está utilizando un gráfico X-barra y R para controlar el número de errores encontrados por cada 1000 líneas de código durante las pruebas. Se han tomado 10 muestras de tamaño 5. Los datos son los siguientes:

Muestra	X-barra	R	1	2.5	1.5	2	3.0	2.0	3	2.8	1.8	4	3.2	2.2	5	2.6	1.6
6	3.1	2.1	7	2.9	1.9	8	3.3	2.3	9	2.7	1.7	10	3.4	2.4			

Calcular los límites de control para el gráfico X-barra y R.

Solución:

1. Calcular X-doble barra: $(2.5 + 3.0 + 2.8 + 3.2 + 2.6 + 3.1 + 2.9 + 3.3 + 2.7 + 3.4) / 10 = 2.95$
2. Calcular R-barra: $(1.5 + 2.0 + 1.8 + 2.2 + 1.6 + 2.1 + 1.9 + 2.3 + 1.7 + 2.4) / 10 = 1.95$
3. Para un tamaño de muestra de 5, $A2 = 0.577$, $D3 = 0$, $D4 = 2.114$ (Consultar tablas de control).
4. Gráfico X-barra:
 - $CL = 2.95$
 - $UCL = 2.95 + 0.577 * 1.95 = 4.075$
 - $LCL = 2.95 - 0.577 * 1.95 = 1.825$
5. Gráfico R:
 - $CL = 1.95$
 - $UCL = 2.114 * 1.95 = 4.122$
 - $LCL = 0 * 1.95 = 0$

Problema 2:

Interpreta un gráfico de control X-barra donde se han encontrado los siguientes puntos:

- Un punto por encima del UCL
- Tres puntos consecutivos por debajo de la línea central
- Siete puntos consecutivos en una tendencia ascendente.

¿Qué indican estos patrones?

Solución:

- Un punto por encima del UCL indica que el proceso está fuera de control y que ha ocurrido una causa especial de variación.
- Tres puntos consecutivos por debajo de la línea central puede indicar un cambio en el proceso que está afectando negativamente la media.
- Siete puntos consecutivos en una tendencia ascendente indica que el proceso está cambiando y que la media está aumentando gradualmente.

5. Materiales Complementarios Recomendados

- **Libros:**
 - "Understanding Variation: The Key to Managing Chaos" de Donald J. Wheeler
 - "Statistical Quality Control" de Douglas C. Montgomery
- **Sitios Web:**
 - American Society for Quality (ASQ): <https://asq.org/>
 - National Institute of Standards and Technology (NIST): <https://www.nist.gov/>
- **Videos:**
 - Khan Academy - Estadística y Probabilidad: <https://www.khanacademy.org/math/statistics-probability> (Buscar temas relacionados con control estadístico de procesos)
 - YouTube - Buscar videos sobre "Control Estadístico de Procesos" (CEP) o "Statistical Process Control" (SPC).

Esta clase proporciona una base sólida para comprender y aplicar el Control Estadístico de Procesos en el desarrollo de software. La clave es la práctica constante en la interpretación de los gráficos de control y la identificación de las causas de variación.