Informe del taller de interpolación de la mano

Johan Daniel Ortegon Parra, Ricardo Riscanevo Cotrina

Abstract

En el presente documento se expondrán tres intentos para tratar de solucionar "El reto de la mano", para cada método se usaron criterios de selección de puntos diferentes, interpolaciones diferentes y por ende se obtuvieron resultados diferentes, para cada método se realizará su análisis correspondiente y su comparación con los otros métodos. Al final del documento estarán resueltas las 5 preguntas correspondientes al reto, **se responderán en base al algoritmo seleccionado**

1. Interpolación basada en pendientes

1.1. Metodología para la selección de puntos

Para esta interpolación los puntos se seleccionaron tomando en cuenta únicamente las **Pendientes entre puntos**, se trabajó bajo el supuesto de que la mano podía graficarse únicamente con **Rectas y Curvas**, resumiendo los polinomios a usar a **linéales y cuadráticos.**

Proceso de secciones lineales

1. Ir comparando pendientes, punto tras punto
2. Comparar el valor de las pendientes contra un índice de tolerancia
3. En caso de que la tolerancia no se exceda continuar suponiendo que estamos en una función lineal
4. En caso de que la tolerancia sea excedía de manera consecutiva por más de 2 puntos se terminar ese intervalo y se pasa a trabajar con las condiciones de un segmento cuadrático

Ejemplo de un comportamiento lineal

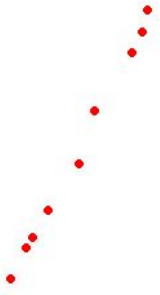


Figura 1: Comportamiento lineal

Fragmento del codigo encargado de la comparación

```
lineal <- function(d1,d2,pend,coord,x,y){

    if(d2 <=length(x))
    {
      if( x[d2] == x[d1]) { m = 0.0000001 }
      else
      {
        if( y[d2] == y[d1])
        {
          m = 0.000001
        }
        else
        {
            m = (y[d2]-y[d1])/(x[d2]-x[d1])
        }
      }

      cat("resta",pend[length(pend)], "-",m,"=",abs(pend[length(pend)] - m),"\n")

      if( abs(pend[length(pend)] - m)  < 0.5)
      {
        cat("1) d1:",d1," d2:",d2,"\n")
        lineal(d1,d2+1,pend,coord,x,y)
      }
      else
      {
        if( x[d2] == x[d2-1]) { m = 99999}
        else
          {
            if( y[d2] == y[d2-1])
            {
              m = 0.000001
            }
            else
            {
                m = (y[d2]-y[d2-1])/(x[d2]-x[d2-1])
            }
          }
        #m = (y[d2]-y[d2-1])/(x[d2]-x[d2-1])
        pend[length(pend)+1] = m
        cat("2) d1:",d2-1," d2:",d2,"\n")
        cat("m:",m,"\n")
        coord[length(coord)+1] = d2-1
        lineal(d2,d2+1,pend,coord,x,y)
```

```
      }
    }
    else
    {
      coord[length(coord)+1] = length(x)
      return(coord)

    }
  }
```

Donde la tolerancia de la pendiente se mide en la siguiente linea

```
if( abs(pend[length(pend)] - m)  < 0.5) #Sinendo 0.5 la tolerancia
      {
        cat("1) d1:",d1," d2:",d2,"\n")
        lineal(d1,d2+1,pend,coord,x,y)
      }
```

Comportamiento con segmentos cuadráticos

1. Ir comparando pendientes, punto tras punto
2. verificar que las pendientes tengan un cambio continuo
3. Identificar fin de la curva
4. Tomar 3 puntos en la curva y expresar el polinomio de grado 2 correspondiente

Ejemplo de un comportamiento Cuadático

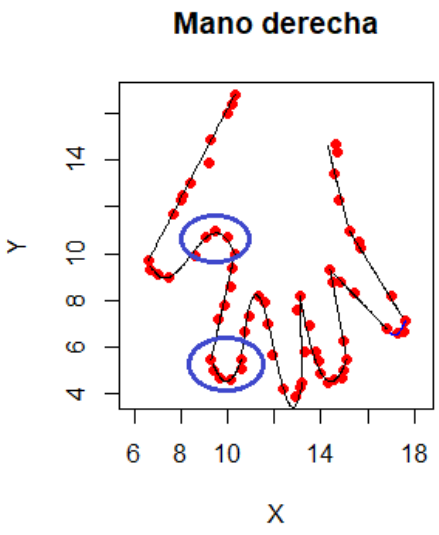


Figura 2: Comportamiento cuadrático

Fragmento del codigo encargado de la comparación

```
cuadratic <- function(d1,d2,pend,coorx)
{
  if(d2<=length(coord))
  {
    m = (y[coord[d2]]-y[coord[d2-1]])/(x[coord[d2]]-x[coord[d2-1]])
    m1 = pend[length(pend)]
    if( length(pend) < 0.5) { m0 = m1+1 }
    else { m0 = pend[length(pend)-1] }

    cat("m0: ",m0," m1: ",m1," m: ",m,"\n")
    if( m0 - m1 >0)
    {
      if( m1 > m)
      {
        pend[length(pend)+1] = m
        cuadratic(d2,d2+1,pend,coorx)
      }
      else
      {
        pend[length(pend)+1] = m
         cat("1) d1:",coord[d2-1]," d2:",coord[d2],"\n")
        cat("m:",m,"\n")
        coorx[length(coorx)+1] = d2-1
        print(coorx)
        cuadratic(d2,d2+1,pend,coorx)
      }
    }
    else
    {
      if( m1 > m)
      {
        pend[length(pend)+1] = m
        cuadratic(d2,d2+1,pend,coorx)
      }
      else
      {
        pend[length(pend)+1] = m
        cat("2) d1:",coord[d2-1]," d2:",coord[d2],"\n")
        cat("m:",m,"\n")
        coorx[length(coorx)+1] = d2-1
        print(coorx)
        cuadratic(d2,d2+1,pend,coorx)
      }
```

```
    }

  }
  else
  {

    cat("return",coorx)
    return(coorx)
  }
}
```

1.2. Algoritmo, requerimientos y codificación

Para que el algoritmo funcione correctamente se requiere - Principalmente es necesario que los **puntos estén en el orden en que se muestran en la grafica** - El algoritmo **No reconoce puntos con pendientes muy irregulares**, se tendrían que agregar muchas validaciones para que esté preparado en cada posible situación

1.2.1. Ejemplo de irregularidades

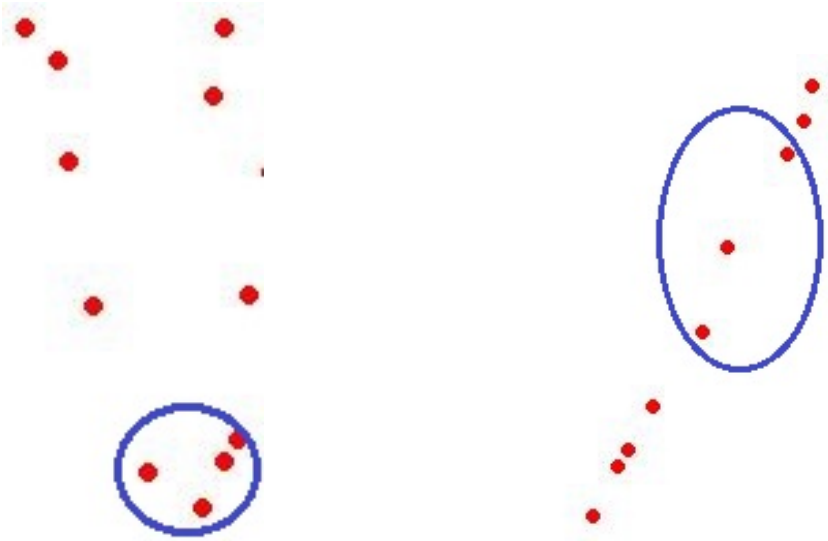
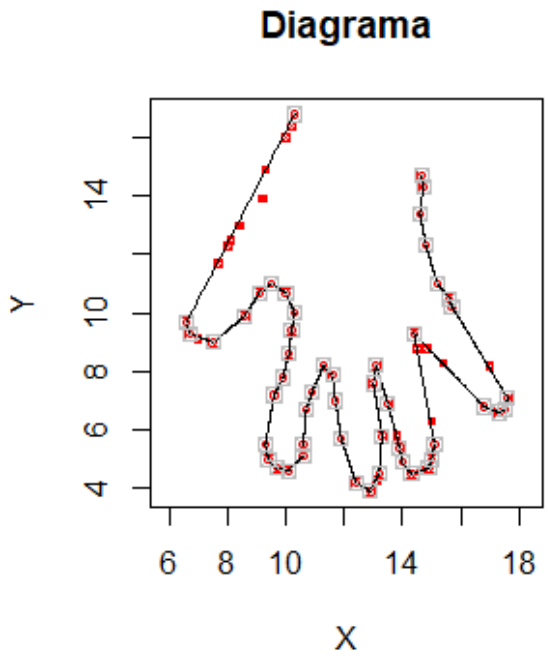


Figura 3: Irregularidades

1.3. Imágenes de resultado



1.4. Desventajas del Algoritmo

- Sensible a irregularidades
- Depende del orden de los puntos para funcionar correctamente
- La cantidad de puntos a tomar es mucho mayor en comparación a los demás algoritmos (50 puntos)

1.5. Ventajas del algoritmo

- Soporta la inserción de nuevos puntos
- Nunca supera el segundo grado en los polinomios que usa para sus interpolaciones

1.6. Notas de codificación y pruebas

El código completo de este al algoritmo se encuentra en la misma carpeta del repositorio donde se extrajo este informe, las pruebas que se hicieron con este algoritmo se encuentran en la carpeta de "Anexos" con sus respectivos códigos

2. Interpolación por "Y" mínimos y máximos con cuadráticas

2.1. Metodología para la selección de puntos

Para este algoritmo los puntos se seleccionaron tomando en cuenta las variaciones del comportamiento de los puntos en el eje Y para la identificación de segmentos **Selección de "Puntos**

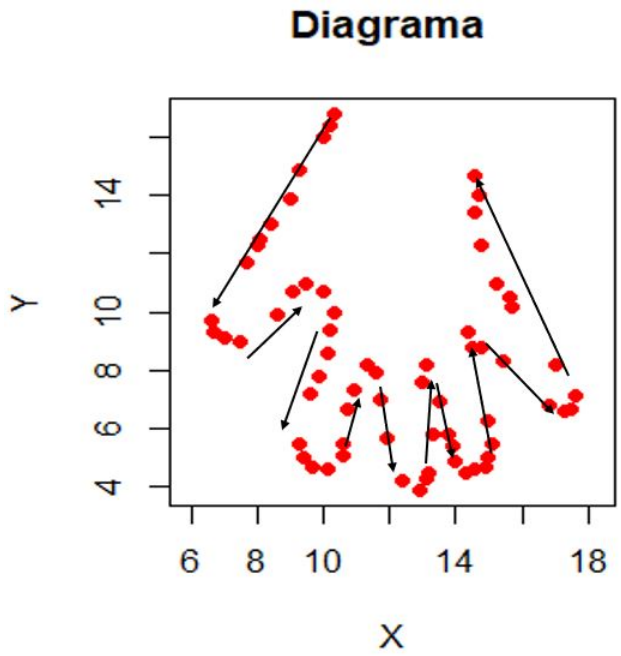


Figura 4: Comportamientos de Y

críticos de la mano"

Un punto critico de la mano sería el punto donde el comportamiento de la grafica cambia con respecto al eje Y

1. Se examina el comportamiento de la coordenada Y, punto por punto
2. Se van almacenando los puntos de un segmento hasta que el comportamiento de la Y cambie (De decreciente a creciente o inverso)
3. Terminada la validación se aplica interpolación a partir de 4 puntos para cada segmento encontrado

Fragmento del codigo encargado de la comparación

```
for(i in 1:fin_ciclo)
{
  resta = y2[i]-y2[i+1]
  multiplicacion = resta*resta_anterior

  if(multiplicacion < 0) # CAMBIO DE SENTIO SI RESTA Y SU ANTERIOR TIENEN DIFERENTES SIGNOS
  {
    segmento_mano[cont_array_fragmento] = i
    cont_array_fragmento = cont_array_fragmento+1
    contador = contador+1
    cat(segmento_mano,"\n")

    #EXTRACCION DE LOS DATOS QUE SE USARAN EN LA INTERPOLACION
    punto_fin = length(segmento_mano)
```

```
    datosx[1] = x2[segmento_mano[1]]#TOMAR EL PRIMER DATO
    datosx[2] = x2[segmento_mano[2]]#TOMAR EL PRIMER DATO
    datosx[3] = x2[segmento_mano[punto_fin]]#TOMAR EL ULTIMO DATO

    datosy[1] = y2[segmento_mano[1]]#TOMAR EL PRIMER DATO
    datosy[2] = y2[segmento_mano[2]]#TOMAR EL PRIMER DATO
    datosy[3] = y2[segmento_mano[punto_fin]]#TOMAR EL ULTIMO DATO

    cat("EL ultimo dato es: ",datosy[3])

    if(length(segmento_mano) > 3)
    {
      datosx[4] = x2[segmento_mano[punto_fin-1]]
      datosy[4] = y2[segmento_mano[punto_fin-1]]
      polinomioInterpolante = poly.calc(datosx,datosy)
      curve(polinomioInterpolante, add=T, from = datosx[1], to = datosx[3])
    }
    else
    {
      polinomioInterpolante = poly.calc(datosx,datosy)
      curve(polinomioInterpolante, add=T, from = datosx[1], to = datosx[3])
    }
    segmento_mano = NULL
    cont_array_fragmento = 1
  }
  else
  {
    cat("otro:",y2[i],"\n")
    segmento_mano[cont_array_fragmento] = i
    cont_array_fragmento = cont_array_fragmento+1
  }
  resta_anterior = resta
}
```

2.2. Algoritmo, requerimientos y codificación

Para que este algoritmo funcione correctamente requiere:
- Principalmente es necesario que los puntos estén en el orden en que se muestran en la grafica

2.3. Desventajas del Algoritmo

- Las cubicas son muy sensibles a irregularidades
- Depende del orden de los puntos para funcionar correctamente
- La cantidad de puntos de los que depende una cubica es poco eficiente (47 puntos)
- El ajuste es muy pobre en calidad

2.4. Ventajas del algoritmo

- Soporta la inserción de nuevos puntos
- Maneja una cantidad de puntos menor que el primer algoritmo
- Código menos complejo (el número de validaciones es mínima)

2.5. Imagen de resultado

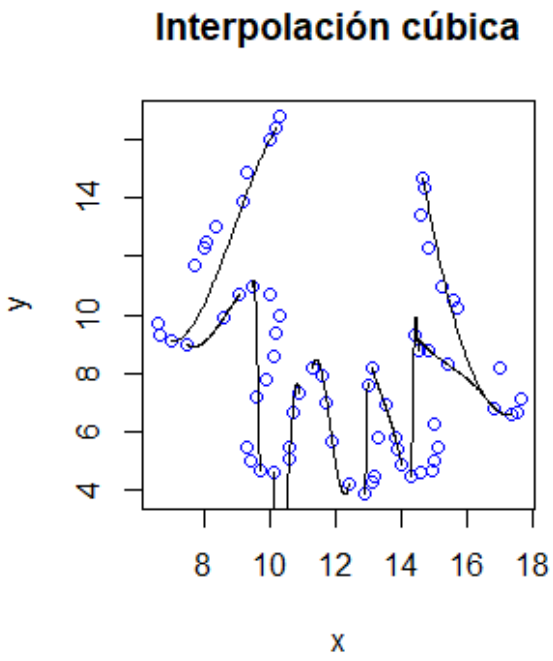


Figura 5: Interpolación con polinomios cúbicos

2.6. Notas de codificación y pruebas

El código completo de este al algoritmo se encuentra en la misma carpeta del repositorio donde se extrajo este informe, las pruebas que se hicieron con este algoritmo se encuentran en la carpeta de "Anexos" con sus respectivos códigos

3. Interpolación de lineales, cuadráticas y cúbicas

3.1. Metodología para la selección de puntos

El criterio de selección de puntos para este algoritmo se basa en el **análisis manual**, donde se van identificando las tendencias de los puntos en comparación con el comportamiento expuesto por polinomios **lineales, cuadráticos y cúbicos.**

3.2. Selección de puntos manuales

Los puntos se eligieron de acuerdo con: - En los diferentes segmentos de la gráfica se iban probando las diferentes combinaciones entre puntos y tipos de polinomios mientras se rectificaba que los puntos seleccionados pudieran **producir un polinomio valido.**

Fragmento del codigo encargado de la selección de puntos

```
DatosX = NULL; DatosY = NULL;
DatosX[1] = x[3];
DatosX[2] = x[5];
DatosY[1] = y[3];
DatosY[2] = y[5];
PolinomioLagrance = poly.calc(DatosX,DatosY)
PolinomioLagrance

DatosX1 = NULL; DatosY1 = NULL;
DatosX1[1] = x[5];
DatosX1[2] = x[9];
DatosY1[1] = y[5];
DatosY1[2] = y[9];
PolinomioLagrance1 = poly.calc(DatosX1,DatosY1)
PolinomioLagrance1

DatosX2 = NULL; DatosY2 = NULL;
DatosX2[1] = x[9];
DatosX2[2] = x[11];
DatosX2[3] = x[12];
DatosY2[1] = y[9];
DatosY2[2] = y[11];
DatosY2[3] = y[12];
PolinomioLagrance2 = poly.calc(DatosX2,DatosY2)
PolinomioLagrance2


DatosX3 = NULL; DatosY3 = NULL;
DatosX3[1] = x[12];
DatosX3[2] = x[15];
DatosY3[1] = y[12];
DatosY3[2] = y[15];
PolinomioLagrance3 = poly.calc(DatosX3,DatosY3)
PolinomioLagrance3


DatosX4 = NULL; DatosY4 = NULL;
DatosX4[1] = x[15];
DatosX4[2] = x[18];
```

```
DatosY4[1] = y[15];
DatosY4[2] = y[18];
PolinomioLagrance4 = poly.calc(DatosX4,DatosY4)
PolinomioLagrance4
```

3.3. Algoritmo, requerimientos y codificación

Para que el algoritmo funcione necesita:
- Que el usuario conozca los datos X, Y de los puntos
- Que el usuario conozca el comportamiento de la figura para determinar los posibles polinomios a usar

3.4. Imagen de resultado

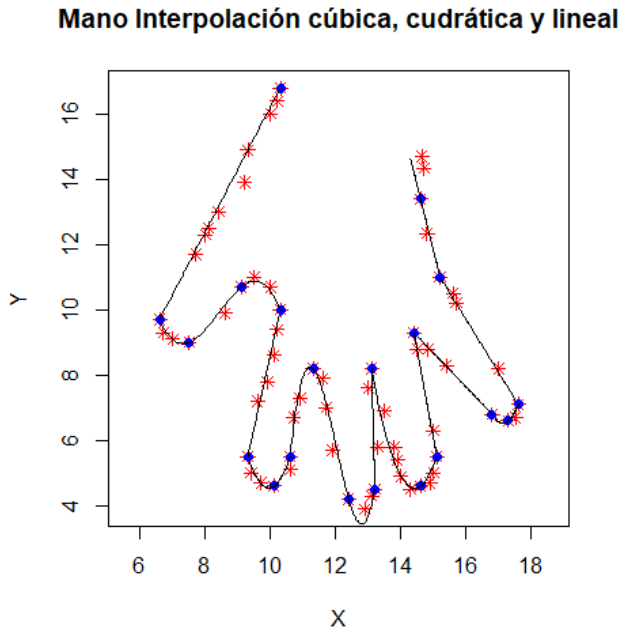


Figura 6: Interpolación con polinomios cúbicos, cuadráticos y lineales

3.5. Desventajas del Algoritmo

- No es autónomo, requiere de un usuario capaz de reconocer los puntos y comportamientos de los polinomios
- Soporta la nueva inserción de datos (solo si se modifica el código)
- La exactitud depende del usuario

3.6. Ventajas del algoritmo

- No depende del orden de los puntos para funcionar
- Maneja una cantidad de puntos menor que los dos algoritmos anteriores (20 puntos)
- Código menos complejo, no existen validaciones, solo entradas de datos, la construcción de los polinomios y su gráfica.

3.7. Notas de codificación y pruebas

Este es el algoritmo seleccionado para resolver el reto. El código completo de este al algoritmo se encuentra en la misma carpeta del repositorio donde se extrajo este informe, las pruebas que se hicieron con este algoritmo se encuentran en la carpeta de "Anexos" con sus respectivos códigos

3.8. Polinomios utilisados

Cuadro 1: Add caption

Rango	**polinomios**
[3,5]	71.8 - 4*x
[5;9]	35.7 - 1.625*x
[9;11;12]	764.34 - 88.49167*x + 2.583333*x$\hat{2}$
[12;15]	24.3 - 1.041667*x
[15;18]	87.47143 - 5.428571*x
[18;21;27]	441.286 - 60.57*x + 2.1*x$\hat{2}$
[27;30]	492.9 - 37*x
[30;33;37;40]	-4118.286 + 1039.407*x - 86.9356*x$\hat{2}$ + 2.413194*x$\hat{3}$
[40;42;45]	227.305 - 44.775*x + 2.25*x$\hat{2}$
[45;50]	-36.35 + 4.5*x
[50;53;55;58]	212.4478 - 74.7797*x + 9.037377*x$\hat{2}$ - 0.3578132*x$\hat{3}$
[58;67]	-2.964865 + 1.918919*x

3.9. Tabla de los n-k puntos no seleccionados

Cuadro 2: Add caption

Posición	No seleccionados	
	x	y
1	14,65	14,71
2	14,71	14,33
4	14,8	12,33
6	15,6	10,5
7	15,7	10,22
8	17	8,2
10	17,52	6,7
13	15,4	8,3
14	14,83	8,8
16	14,5	8,8
17	15	6,3
19	15	5
20	14,9	4,7
22	14,3	4,5
23	14	4,9
24	13,9	5,4
25	13,8	5,8
26	13,5	6,9
28	13	7,6
29	13,3	5,8
31	13,1	4,3
32	12,9	3,9
34	11,9	5,7
35	11,7	7
36	11,6	7,9
38	10,9	7,3
39	10,7	6,7
41	10,6	5,1
43	9,7	4,7
44	9,4	5
46	9,6	7,2
47	9,9	7,8
48	10,1	8,6
49	10,2	9,4
51	10	10,7
52	9,5	11
54	8,6	9,9
56	7	9,1
57	6,7	9,3
59	7,7	11,7
60	8	12,3
61	8,1	12,5
62	8,4	13
63	13 9,2	13,91
64	9,3	14,9
65	10	16
66	10,2	16,4
67	10,3	16,8

4. Solución de las 5 preguntas

4.1. ¿El origen se puede modificar?

El origen se puede modificar, siendo necesario en el código tomar los puntos de manera inversa a lo realizado normalmente, debido a que se modifican los valores de los segmentos de la mano.

Esta información está sustentada con las pruebas que proporciona el algoritmo "ManoIntento3reverso.R", en este informe se presenta el siguiente resultado:

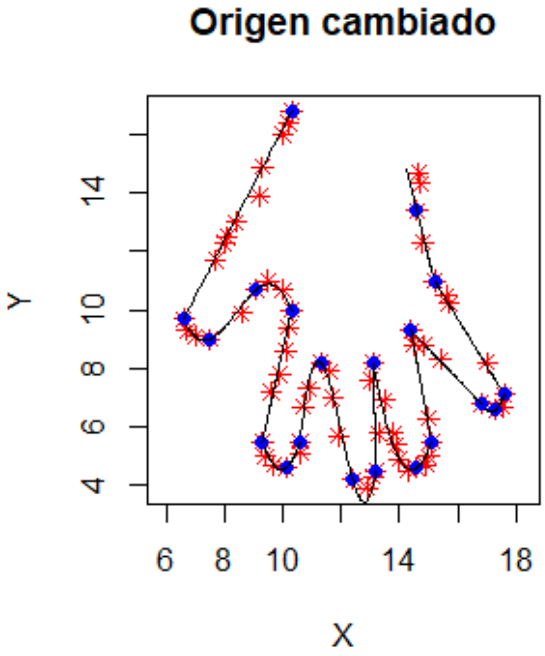


Figura 7: Pruebas del cambio de origen

4.2. ¿Si tenemos nueva información ósea nodos como podemos implementar esa información en el algoritmo de interpolación?

Debido a que es necesario escoger un rango especifico de puntos para graficar la mano, agregar nuevos puntos que modifiquen significativamente el contorno de la mano dará como resultado que estos nuevos puntos afecten los segmentos ya seleccionados, siendo necesario actualizar y modificar los intervalos de puntos seleccionados a graficar en cada polinomio.

4.3. ¿Su método es robusto, en el sentido que si se tienen más puntos la exactitud no disminuye?

Al tomar mas puntos la mano no ve afectada su precisión de manera negativa, pero esto permite que se pueda tomar algunos de estos puntos nuevos y dibujar con una mayor suavidad y precisión el contorno de la mano

Esta información está sustentada con las pruebas que proporciona el algoritmo "ManoIntento3reverso.R", en este informe se presenta el siguiente resultado:

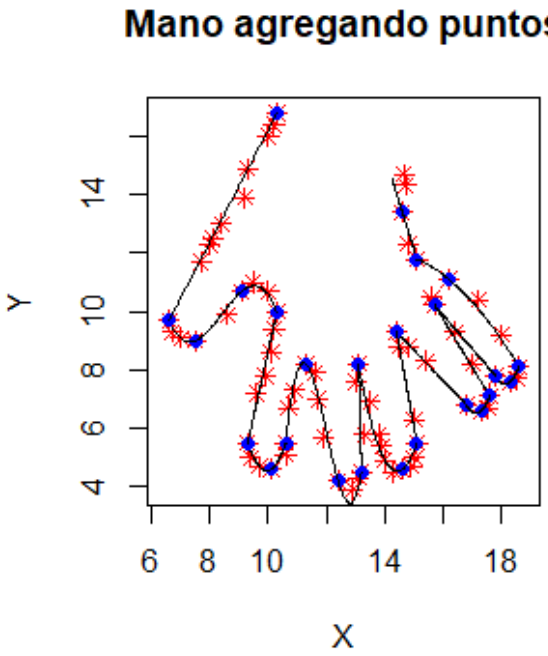


Figura 8: Pruebas del cambio de origen

4.4. ¿Si la información adicional o suponga tiene la información de otra mano con más cifras significativas cómo se comporta su algoritmo? la exactitud decae?

El algoritmo se ve afectado mínimamente, presentando en la gráfica de la mano un pequeño cambio en el contorno, pero ningún cambio significativo que afecte su resultado al dibujar el contorno.

5. índice de Jaccard

El código "ManoIntento3çontinene la siguiente función:

```
indiceJaccard <- function(x)
{
  j = (20/67)
  return (j)
}
```

$$J = 20/67 = 0{,}4029850746268 \tag{1}$$

6. Eficiencia del método

La eficiencia del método se mide en base a la cantidad de polinomios que se tuvieron que generar para graficar la mano, para el código actual **se generan 12 polinomios**, está será su medida de eficiencia