

Algoritma Sederhana dan Efisien untuk Garis dan Poligon Kliping dalam Grafik Komputer 2-D

Sushil Chandra Dimri
Profesor dan Kepala
Universitas Era Grafitis
Dehradun

ABSTRAK

Algoritma kliping garis yang paling populer adalah algoritma kliping garis Cohen-Sutherland dan Liang-Barsky. Algoritma ini rumit dan langkah-langkah perhitungannya sangat tinggi. Makalah ini mengusulkan algoritma kliping baris baru yang sederhana untuk ruang 2D yang menggunakan persamaan parametrik garis. Algoritma ini selanjutnya dengan mudah diperluas ke kliping poligon dengan mempertimbangkan tepi poligon sebagai garis. Algoritma yang diusulkan diuji secara numerik untuk sejumlah segmen garis acak dan hasilnya menunjukkan kesederhanaan dan perilaku algoritma yang kurang kompleks.

Kata kunci

Algoritma kliping garis, algoritma kliping garis Cohen-Sutherland, algoritma kliping garis Liang-Barsky. ruang 2D

1. PERKENALAN

Clipping merupakan masalah dasar dan penting dalam komputer grafis. Ini adalah proses yang menghilangkan bagian gambar yang terletak di luar wilayah tertentu yang disebut jendela klip. Kliping garis berguna dalam mendesain 2D-3D, membangun arsitektur, berbagai transformasi, animasi, desain sirkuit VLSI, dan banyak lagi. Dalam 2D ada 5 jenis kliping – i) kliping titik ii) Kliping garis iii) Kliping poligon iv) Kliping kurva v) Kliping teks, dalam makalah ini fokus kita hanya pada kliping garis. Algoritma line clipping yang paling populer adalah algoritma line clipping Cohen-Sutherland, line clipping Liang-Barsky, line clipping Cyrus-Beck dan algoritma line clipping Nicholl – Lee – Nicholl [1, 2 dan 3].

Algoritma Cohen-Sutherland dikembangkan oleh Danny Cohen dan Sutherland. Algoritma ini digunakan untuk pemotongan garis. Algoritma membagi bidang dua dimensi menjadi 9 wilayah, setiap wilayah diberi kode 4 bit dengan skema penugasan kode, kode untuk jendela klip adalah 0000, menggunakan algoritma kode 4-bit ini menentukan apakah garis tersebut adalah kandidat kliping atau tidak. garis mana yang benar-benar keluar dan mana yang sepenuhnya berada di dalam jendela klip. Untuk kliping calon baris algoritma menentukan titik potong garis dengan batas-batas jendela klip dan bagian dari garis terpotong yang terletak di luar jendela klip. Algoritma perlu menghitung kode 4 bit untuk setiap titik akhir garis. Dengan cara ini algoritme mengidentifikasi posisi garis sehubungan dengan jendela klip yang meningkatkan perhitungan. Juga algoritma menciptakan beberapa kebingungan ketika garis melewati tiga wilayah. [1, 2, dan 3]

Algoritme Clipping Liang-Barky menggunakan representasi parametrik dari sebuah garis, yang mengubah garis menjadi kumpulan titik dengan jumlah tak terbatas. Algoritma hanya mengidentifikasi titik-titik garis yang terletak di dalam jendela klip dan klip yang berada di luar jendela klip. k_{maksimal} dan k_{min} nilai parameter u membantu menentukan titik potong [4]. Algoritma Cyrus-Beck lebih

algoritma kliping garis umum yang dapat menangani berbagai bentuk jendela klip yang umumnya berbentuk persegi panjang. Cyrus Beck lebih efisien daripada algoritma Sutherland-Cohen di mana kliping berulang digunakan. [5].

Algoritma Nicholl-Lee-Nicholl adalah algoritma pemotongan garis yang efisien yang mengurangi kemungkinan pemotongan segmen garis tunggal beberapa kali, seperti yang mungkin terjadi pada algoritma Cohen-Sutherland. Algoritma ini membagi wilayah di sekitar jendela kliping menjadi beberapa sub wilayah yang berbeda, tergantung pada posisi titik awal dari garis yang akan dipotong. Namun, algoritma ini hanya berlaku dalam dua dimensi [6]. Dörr [7] menggunakan kedua baris representasi parametrik dan kode keluar untuk kliping baris dan perangkat algoritma baru. Sharma dan Manohar [8] mengusulkan algoritma berdasarkan pengamatan geometris. Skala [9,10 dan 11] juga mengusulkan algoritma $O(lg N)$ untuk pemotongan garis terhadap jendela cembung.

Day [12]. mengusulkan algoritma baru untuk memotong garis pada jendela persegi panjang. Sangat cocok untuk perhitungan di kedua ruang objek (aritmatika floating point) dan ruang gambar (aritmatika bilangan bulat). Guodong et. al., [13] algoritma kliping adalah untuk menyimpan perhitungan persimpangan yang tidak perlu yang diminta oleh algoritma tradisional baik untuk menolak beberapa garis yang sama sekali tidak terlihat atau untuk memotong beberapa garis yang terlihat sebagian.

Andreev dan Sofianska [14] mengurangi beban komputasi dengan mengidentifikasi kasus dasar dari lokasi segmen garis sehubungan dengan jendela. Sobokow, et. al., [15] mengkodekan garis alih-alih mengkodekan titik akhirnya dan menunjukkan peningkatan pada algoritma yang ada saat itu. Algoritma ini mirip dengan algoritma Cohen Sutherland tetapi berbeda dengan algoritma CS, tidak perlu melakukan iterasi untuk mengetahui segmen yang terpotong. Kode baris adalah angka 8-bit, bukan kode keluar 4-bit yang digunakan dalam algoritma Cohen Sutherland. Sejumlah besar kasus perlu dipertimbangkan dan itulah mengapa ada pernyataan sakelar besar atau tangga else-if yang panjang dalam algoritme implementasi.

Algoritma yang diusulkan mengekspresikan garis dalam bentuk parametrik, yang mewakili garis sebagai kumpulan titik tak terbatas. Awalnya koordinat titik akhir garis diperiksa dengan batas-batas jendela klip kemudian garis lolos ke langkah algoritma berikutnya.

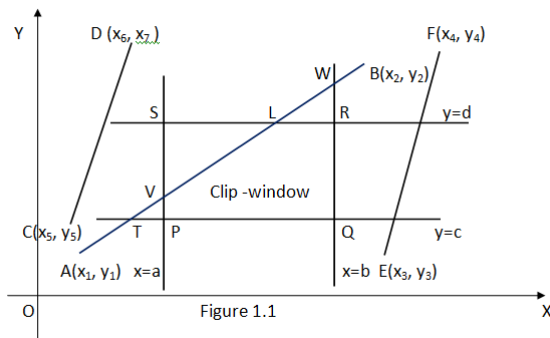
Garis tersebut kemudian diuji apakah berpotongan dengan batas kiri, batas kanan, batas bawah dan batas atas dan masing-masing nilai parameter u dicatat. Jika nilai u kurang dari 0 dan lebih besar dari 1, buang saja titik itu. Juga ada kondisi jika koordinat x titik (dalam kasus batas bawah dan atas) atau koordinat y (dalam kasus batas kiri dan kanan) tidak memenuhi kondisi maka membuang titik bahkan jika u terletak antara 0 dan 1. Terakhir hanya ada 2 titik yang tersisa, lindungi garis di antara dua titik ini dan hapus sisanya. Algoritma yang diusulkan adalah

unik dan sederhana karena tidak membagi bidang 2D pada sub region juga tidak menggunakan sistem kode 4 bit, maupun menggunakan aljabar vektor.

2. ALGORITMA BARU YANG DIUSULKAN

AB, A(x₁,kamu₁) dan B(x₂,kamu₂), C(x₃,kamu₃) dan D(x₄,kamu₄) dan E(x₅,kamu₅) dan F(x₆,kamu₆) adalah segmen garis yang ingin kita klip terhadap jendela klip PQRS yang ditunjukkan pada gambar 1.1.

Batas-batas jendela klip diberikan oleh x= a, x=b, y=c dan y=d. ruas garis AB memotong batas klip di titik T, V, L dan W



Gambar 1.1 – Algoritma yang Diusulkan

3. ALGORITMA – Garis Klip

(jendela Klip (a, b, c, d), garis (x₁, y₁, x₂, y₂))

Pemeriksaan kondisi awal:

Jika (x₁ dan x₂) < a, garis sepenuhnya di luar jendela klip

Jika ((x₁ dan x₂) > b), garis benar-benar di luar jendela klip

Jika (y₁ dan kamu₂) < c, garis benar-benar di luar jendela klip

Jika ((y₁ dan kamu₂) > d) garis benar-benar di luar jendela klip

Jika (a ≤ x₁, x₂ ≤ b) && (c ≤ y₁, y₂ ≤ d) maka garis terletak lengkap di dalam jendela klip.

Jika tidak- persamaan parametrik garis AB

$x = x_1 + kamu (x_2 - x_1)$ atau $x = x_1 + u (\Delta x)$, $y = y_1 + kamu (kamu_2 - kamu_1)$ atau $y = y_1 + u (\Delta y)$, di mana $0 \leq u \leq 1$

Langkah 1:

$a = x_1 + kamu (\Delta x)$, $u = (a - x_1) / \Delta x$, jika $0 \leq u \leq 1$, $y = y_1 + ((a - x_1) \cdot y) / \Delta x$, // perpotongan batas kiri

Jika (y < c && y > d) maka buang titik genap $0 \leq u \leq 1$ jika tidak catat titik (a, y)

Langkah 2:

$b = x_1 + kamu (\Delta x)$, $u = (b - x_1) / \Delta x$, jika $0 \leq u \leq 1$, $y = y_1 + ((b - x_1) \cdot y) / \Delta x$, // batas kanan Persimpangan:

Jika (y < c && y > d), buang titik genap $0 \leq u \leq 1$ jika tidak catat titik (b, y)

Langkah 3:

$c = y_1 + kamu (\Delta y)$, $u = (c - y_1) / \Delta y$, jika $0 \leq u \leq 1$ $x = x_1 + ((c - y_1) \cdot x) / \Delta y$, // perpotongan batas bawah:

Jika (x < a && x > b), buang titik genap $0 \leq u \leq 1$ jika tidak catat Titik (x, c)

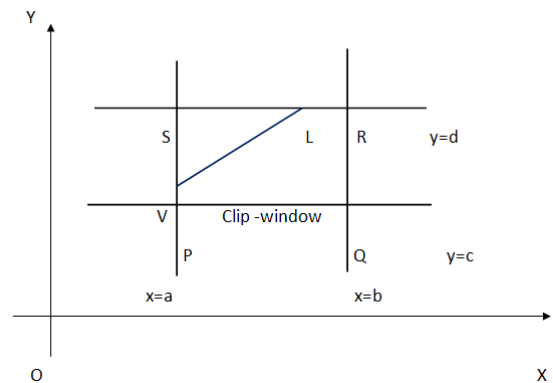
Langkah 4:

$d = y_1 + kamu (\Delta y)$, $u = (d - y_1) / \Delta y$, jika $0 \leq u \leq 1$, $x = x_1 + ((d - y_1) \cdot x) / \Delta y$, // Persimpangan batas atas:

Jika (x < a && x > b), buang titik genap $0 \leq u \leq 1$ jika tidak catat Titik (x, d)

Bergabunglah dengan poin yang direkam

Akhirnya setelah kliping garisnya adalah gambar 1.2



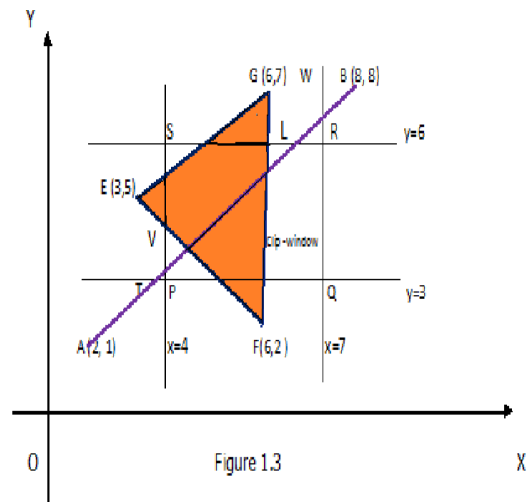
Gambar 1.2 Garis terpotong

Untuk kliping poligon, pertimbangkan setiap tepi sebagai garis dan klip menggunakan algoritme yang sama terhadap jendela klip pemberian. Akhirnya kita akan tetap dengan poligon terpotong.

4. HASIL DENGAN NILAI NUMERIK

4.1: Kliping garis

Memotong garis AB yang ditunjukkan pada gambar 1.3 terhadap jendela klip PQRS



Gambar 1.3 Hasil

Garis AB tidak berada di luar atau di dalam jendela klip (tidak ada kondisi yang terpenuhi)

Persamaan parametrik garis AB

$x_1 = 2$, kamu₁ = 1, $x_2 = 8$, kamu₂ = 8, $x = x_2 - x_1 = 6$, $y = y_2 - y_1 = 7$

$x = x_1 + kamu (x_2 - x_1)$, $x = x_1 + kamu (\Delta x)$, $y = y_1 + kamu (kamu_2 - kamu_1)$, $y = y_1 + kamu (\Delta y)$

$$x = x_1 + 6u, \quad y = y_1 + 7u, \quad \text{Dimana}$$

$$0 \leq u \leq 1,$$

sayal) Untuk perpotongan batas kiri (x=4):

$$a = x_1 - \text{kamu} (\Delta x)$$

$$4 = 2 + 6u, u = 2/6 = 1/3$$

$$\text{jika } 0 \leq u \leq 1, \text{ maka } y = y_1 + 7u, y = 1 + 7 \times 1/3 = 10/3 = 3.33$$

Jika (c y ≤ d) yaitu 3 y ≤ 6 maka catatlah titik V (4, 3.33)

ii) Untuk perpotongan batas kanan (x=7):

$$b = x_1 + u (\Delta x), 7 = 2 + 6u, u = 5/6$$

$$\text{jika } 0 \leq u \leq 1, W(b, y),$$

$$y = y_1 + 7u = 1 + 7 \times 5/6 = 41/6 = 6.83, \text{ titik } W(7, 6.83)$$

jika (c y ≤ d) yaitu 3 y ≤ 6, pertimbangkan poinnya jika tidak, buang poinnya. Karena 6.83 > 6 maka buang titik W.

aku aku aku) Untuk perpotongan batas bawah (y=3):

$$c = y_1 + u(\Delta y), 3 = 1 + 7u, u = 2/7, \text{ jika } 0 \leq u \leq 1 \quad x = x_1 + 6u,$$

$$x = 2 + 6 \times 2/7 = 26/7 = 3.71, \text{ titik } T(3.71, c)$$

Jika (a x ≤ b) yaitu 4 x ≤ 7, pertimbangkan titik jika tidak buang titik

$$3.71 < 4, \text{ buang titik } T \text{ genap } 0 \leq u \leq 1$$

iv) Untuk perpotongan batas atas (y=6):

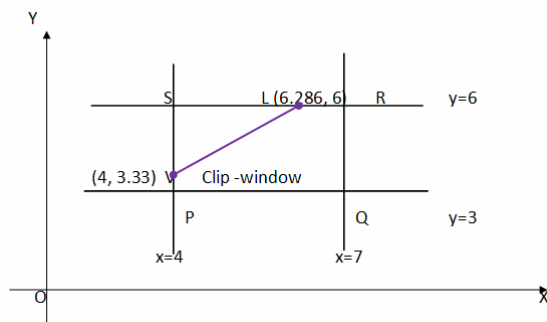
$$d = y_1 + u(\Delta y), 6 = 1 + 7u, u = 5/7, \quad \text{jika } 0 \leq u \leq 1$$

$$x = x_1 + 6u, x = 2 + 6 \times 5/7 = 44/7 = 6.286$$

Jika (a x ≤ b) yaitu 4 6.286 7, pertimbangkan titik jika tidak buang titik discard

$$\text{Genap } 0 \leq u \leq 1 \text{ jadi rekam } L(6.286, 6)$$

Jadi kita tinggal dengan dua titik V dan L maka setelah dipotong garisnya adalah VL



Gambar 1.4 - Garis terpotong VL

4.2 Kliping poligon

Pada Polygon EGF (E (3, 5) G (6, 7) F (6, 2)), edge (garis) adalah EG, EF dan GF tidak termasuk dalam kategori (outside Clip window)

Untuk tepi Poligon EG

$$x = 3 + u(6-3) = 3 + 3u, y = 5 + u(7-5) = 5 + 2u, 0 \leq u \leq 1$$

$$x_1 = 3, x_2 = 6$$

$$\text{kamu}_1 = 5, \text{kamu}_2 = 8$$

$$x_1 = 3 < x = 4 \text{ (batas kiri)} \quad x_2 = 6$$

$$< x = 7 \text{ (batas kanan)}$$

Untuk batas kiri x=4

$$4 = 3 + 3u \quad u = 1/3, 0 \leq u \leq 1$$

$$y = 5 + (1/3)2 = 5 + 2/3 = 5.66$$

$$\text{kamu}_1 = 3 < y < y_2 = 6$$

$$\text{catatan- } P_1(4, 5.66)$$

Untuk batas kanan x=7

$$7 = 3 + 3u$$

$$3u = 4 \quad u = 4/3 \text{ (buang nilai ini)}$$

Batas bawah

$$3 = 5 + 2u$$

$$-2 = 2u, u = -1 \quad \text{(buang nilai ini)}$$

Untuk batas atas y=6

$$6 = 5 + 2u, 2u = 1, u = 1/2$$

$$x = 3 + 3(1/2) = 3 + 1.5 = 4.5$$

$$\text{Rekam - } P_2(4.5, 6)$$

Sekarang Tepi poligon EF kita punya E (3, 5) F(6,2)

$$x = 3 + 3u$$

$$y = 5 - 3u, 0 \leq u \leq 1$$

Batas kiri x=4

$$4 = 3 + 3u, u = 1/3$$

$$y = 5 - 3(1/3) = 4 \quad \text{jadi catat } P_3(4,4)$$

Batas kanan x= 7

$$7 = 3 + 3u, u = 4/3 \text{ (buang)}$$

Batas bawah y= 3

$$3 = 5 - 3u, -2 = -3u, u = 2/3$$

$$x = 3 + 3u, 3 + 3(2/3) = 5, \text{ rekam - } P_4(5,3)$$

Untuk batas atas y= 6

$$6 = 5 - 3u, 1 = -3u, u = -1/3 \text{ (buang)}$$

Sekarang Tepi poligon FG F(6,2) G(6,7)

$$G(6,7) \quad x = 6 + u(0) = 6$$

$$y = 2 + u(7-2) = 2 + 5u$$

$$x = 6, 0 \leq u \leq 1 \text{ garis ini sejajar dengan sumbu } y.$$

$$x = 6, y = 3, y = 6, P_5(6, 3) \text{ dan } P_6(6, 6)$$

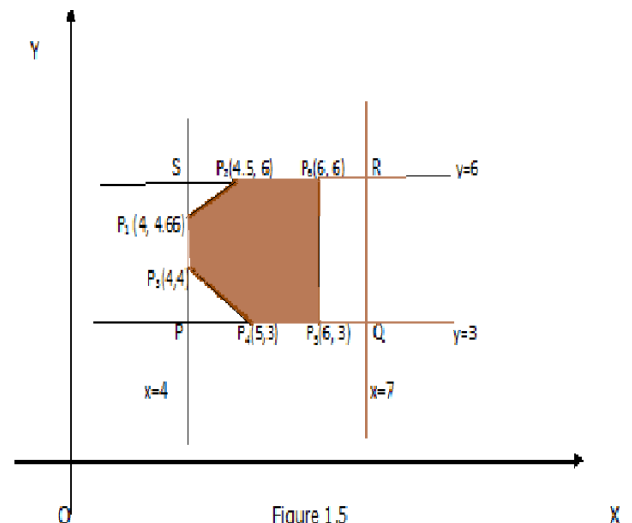


Figure 1.5

Kliping EGF poligon- poligon hanyalah kumpulan dari jumlah tepi yang terbatas, setiap tepi adalah garis, kita dapat menerapkan algoritma yang sama untuk memotong poligon. Di sini kita memiliki tepi EG, EF dan FG dalam poligon ini yang ditunjukkan pada Gambar 1.5.

5. KESIMPULAN

Algoritma yang diusulkan didasarkan pada bentuk parametrik persamaan garis, yang menghitung titik potong garis dengan batas-batas jendela klip dengan perhitungan sederhana. Dalam algoritma populer lainnya, kompleksitas perhitungan sangat tinggi tetapi algoritma yang diusulkan cukup sederhana dan sangat mudah untuk mengidentifikasi garis kandidat kliping dan titik perpotongannya dengan batas-batas jendela klip. Selanjutnya algoritma ini dapat dengan mudah dimodifikasi untuk kliping poligon dengan mempertimbangkan setiap tepi poligon sebagai segmen garis.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan terima kasih yang tulus kepada Prof (Dr.) Kamal Ghanshala (President Graphic Era University) atas dorongan tulus dan terus-menerusnya dalam mempersiapkan makalah ini. Terima kasih juga kepada Dr.RC Joshi (Rektor Universitas Era Grafis, Mantan HOD dan Profesor (EC dan CS Dept) IIT Roorkee) dan Asisten Profesor Ms. Neelam Kathait atas bimbingan, dukungan, dan diskusi mereka yang terus-menerus.

7. REFERENSI

- [1] JD Foley, A. van Dam, SK Feiner dan JF Hughes, "Grafik Komputer: Prinsip dan Praktik", AddisonWesley, (edisi ke-2), (1996).
- [2] D. Hearn dan P. Baker, "Grafik Komputer dengan OpenGL", edisi ke-3., Prentice Hall, (2004).
- [3] DF Rogers. "Elemen prosedural untuk grafik komputer". New York: McGraw-Hill, 1985. Hal.111–87.
- [4] YD Liang dan BA Barsky, "Konsep dan metode baru untuk kliping garis", Transaksi ACM pada Grafik, vol. 3, tidak. 1, (1984).
- [5] M. Cyrus dan J. Beck, Umumnya Kliping Dua dan Tiga Dimensi,|| Komputer dan Grafik, Vol. 3, No. 1, 1978, hlm. 23-28.
- [6] TM Nicholl, DT Lee dan RA Nicholl, "Algoritme baru yang efisien untuk pemotongan garis 2-D: pengembangan dan analisisnya", Computer & Graphics, vol. 21, tidak. 4, (1987).
- [7] M. Dörr, "Sebuah pendekatan baru untuk kliping garis parametrik", Komputer & Grafik, vol. 14, tidak. 3-4, (1990).
- [8] NC Sharma, S.Manohar Kliping baris ditinjau kembali: dua algoritma efisien berdasarkan geometri sederhana pengamatan. Komputer dan Grafik 1992;
- [9] V. Skala, "Algoritma yang efisien untuk pemotongan garis dengan poligon cembung", Computers & Graphics, vol. 17, tidak. 4, (1993). 1992; 11(4): 241–5.
- [10] V. Skala, "Sebuah pendekatan baru untuk kliping garis dan segmen garis dalam koordinat homogen", The Visual Computer, vol. 21, tidak. 11, (2005). [15] DF Rogers, "Elemen Prosedural untuk Grafik Komputer", Edisi ke-2, Tata McGraw-Hill, (2005).
- [11] V. Skala,—O (lg N) Algoritma Line clipping di E , Computers and Graphics, Vol. 18, No. 4, 1994, hlm. 517-527.
- [12] JD Day, "Algoritme untuk memotong garis dalam objek dan ruang gambar", Komputer & Grafik, vol. 16, tidak. 4, (1992).
- [13] L. Guodong , W.Xuanhui , P. Qunsheng "Algoritma pemotongan garis yang efisien berdasarkan penolakan garis adaptif" Komputer & Grafik 26 (2002) 409–415
- [14] R. Andreev dan E. Sofianska, "Algoritma baru untuk kliping garis dua dimensi", Komputer & Grafik, vol. 15, tidak. 4, (1991).
- [15] MS Sobleow,P. Pospisil, YH .Yang,: Algoritma Kliping Garis Dua Dimensi yang Cepat melalui Pengkodean Garis, Komputer & Grafik, Vol.11, No.4, pp.459-467, 1987.